COLLEZIONE DELL'OPERE DEL CAVALIERE CONTE ALESSANDRO VOLTA, PATRIZIO...

Alessandro Volta





COLLEZIONE
DELL' OPERE

DEL CAVALIERE

CONTE ALESSANDRO VOLTA

PATRIZIO COMASCO

Membro dell' Istituto Reale del Regno Lombardo Veneto, Professore Emerito dell' Università di Pavia, e Socio delle più illustri Accademie d' Europa.

TOMO III.

FIRENZE
NELLA STAMPERIA DI GUGLIELMO PIATTI
MDCCCXVI.



AVVERTIMENTO

Verso l'anno 1784 la Chimica avendo provato una vera rivoluzione per cui abbandonata la dottrina del flogisto le furono sostituiti nuovi luminosi principj, ne derivò che si riconoscessero men che plausibili alcune poche congetture e spiegazioni proposte dal nostro Autore coerentemente all'antica dottrina in alcune delle produzioni contenute in questo volume, quali molto più di presente appariscono non conformi ai principj ed al linguaggio di quella scienza.

Il rispetto che ispirano le opere d'un tant'Uomo imponendoci di conservar loro la più assoluta originalità ci limitiamo a fare avvertire che quelle alle quali questa riflessione ha rapporto vennera alla luce negli anni 1776 e 1777, epoca in cui non seguivano altri principj nè usavano altro linguaggio quelli stessi che operarono poi la rigenerazione della Chimica, alla quale se Volta occupato profondamente d'altri soggetti non concorse attivamente, vi applaudì e la secondò, adottandola in seguito allorchè n'ebbe occasione.

Altronde dobbiamo rilevare che la terza lettera sull' aria infiammabile essendo la parte delle di lui produzioni in cui si è particolarmente e fuori del suo costume trattenuto a congetturare e teorizzare chimicamente, egli per altro non giunse a terminarla senza riconoscersi in certo modo fuori della via che era uso a tenere, nè seppe cominciare la susseguente senza rimproverarlo a se stesso nel riprendere la via degli esperimenti ed il linguaggio dei fatti.

PREFAZIONE

I precedenti volumi di questa collezione presentando riunite le molte ed importanti scoperte di cui il chiarissimo Volta ha arricchito uno dei più bei rami della Fisica, spargendo di nuova vivissima luce un genere di naturali fenomeni atto sopra d'ogni altro e per la sua singolarità e per la sua importanza a svegliare il più vivo interesse, debbono nel tempo stesso aver posto quei fra i lettori, ai quali per avventura le di lui produzioni fossero meno note, in grado di riconoscere e di ammirare il genere particolare di merito che distingue e caratterizza quest' Uomo sommo.

Seguendolo passo passo nelle sue ricerche è facile convincersi che voltosi egli di proposito ad un qualche soggetto ha quasi sempre fin di principio afferrate, per così dire, colla forza del suo

genio e conosciute quasi intuitivamente le verità fondamentali, e che cimentatele con qualche esperimento decisivo non le ha poi corredate della ricca e gioconda suppellettile di molti altri più minuti e parlanti se non per genio e natural vaghezza di simili ricreazioni, e meno per la propria che per l'altrui convinzione.

Se ciò è soprattutto manifesto in quello che riguarda il soggetto dell'elettricità, rapporto alla quale le prime giustissime idee che egli si era formate furono il germe di tutto ciò che egli discoperse e fece in appresso, altrettanto, presso a poco, si riconosce essere avvenuto nella maggior parte degli altri di lui lavori contenuti in quest'ultimo volume, e dei quali indicheremo i principali ravvicinandoli fra loro.

Il Padre Campi Somasco legato d'amicizia col nostro Autore, e dedito anch'egli allo studio delle cose naturali si era avvenuto ad osservare nell'autunno del 1776 una sorgente d'aria infiammabile che scaturiva spontaneamente dal fondo d'un certo fonte, mostrandovisi mercè il gorgogliar che faceva a traverso dell'acqua. Informatone Volta prima per lettera, e fattane quindi con esso parola al primo abboccarsi che fecero, fu stabilito fra loro di portarsi insieme sul luogo per farvi le opportune osservazioni e ricerche. Ma andato a vuoto il progetto, il nostro Autore, che al primo meditare sopra il fenomeno annunziatogli ne aveva penetrata la causa, ripetendolo da circostanze non singolari ed esclusivamente proprie di quel

luogo ma tali che dovevano ripetersi, per così dire, ad ogni passo, ovunque cioè qualche avanzo della vita vegetabile o animale subisse a contatto della terra umida o dell'acqua una spontanea e lenta decomposizione, trovò, come aveva antiveduto, aria infiammabile ovunque si pose a cercarla, ne vi fu stagno, fosso, o pozzanghera, di cui frugando il fondo limaccioso col suo bastone non giungesse a farne uscire in maggiore o minor copia. Persuaso poi che la presenza attuale dell'acqua al di sopra del terreno fosse una condizione non già indispensabile a produrre il fenomeno, ma soltanto opportuna a renderlo manifesto e visibile mediante il bollore o gorgoglio, esaminò terreni già dominati dalle acque ma attualmente non sommersi, ed in questi pure ravvisò, come aveva egualmente preveduto, la produzione e lo sviluppo dell'aria infiammabile.

Però fin d'allora congetturò dipendere da questa stessa causa i fenomeni del *Terreno ardente di Barigazza*, della così detta *Fontana ardente del Delfinato*, e d'altri consimili, dei quali aveva letta soltanto qualche descrizione, non meno che quello dei *Fuochi fatui*; e non restandogli qualche dubbio se non rapporto al modo onde l'aria infiammabile così prodotta si accendesse spontaneamente, pensò che ciò potrebbe avvenire per effetto dell'elettricità, onde intrapresi alcuni esperimenti relativi giunse ben presto ad accendere con la più piccola scintilla elettrica la da se ritrovata e denominata *Aria infiammabile nativa delle*

paludi, e ciò non solo presso la bocca o apertura delle bocce o altri vasi aperti che la contengono, ma nell'interno ancora dei vasi stessi ben chiusi, purchè precedentemente mescolata ad una dose sufficiente d'aria comune.

E quanto ai terreni ardenti, desideroso di far parlare la natura in conferma delle sue induzioni, all'occasione d'un viaggio fatto in Toscana nel 1780 visitò quello di Pietramala sulla strada da Bologna a Firenze, e dopo qualche tempo l'altro di Velleja nelle montagne del Piacentino, ove per mezzo di ricerche sagaci e d'esperimenti ingegnosi e parlanti dimostrò vittoriosamente non solo la presenza dell'aria infiammabile in quantità corrispondente ai fenomeni che vi si osservano, ma anche il continuo sgorgo di essa attraverso della terra con le circostanze che lo promuovono, e l'assenza del supposto petrolio o bitume, cui da altri volevasi attribuire il fenomeno, e che la stessa analisi chimica concorse ad escludere.

Affezionato per tal modo all'aria infiammabile, ed occupatosene per qualche tempo, ne fece non solo conoscere molte importanti proprietà, ma associato il fenomeno della di lei accensione a quelli dell'elettricità, gli nacque fra mano l'ingegnosa *Pistola*, che tutti i fisici conoscono e che porta ancora il suo nome, non meno che una nuova foggia d'Eudiometro, del quale in seguito di esperienze comparative espressamente istituite Humboldt e Gay-Lussac (giudici competentissimi) hanno riconosciuta la superiorità in confronto de-

gli altri proposti ed adottati prima e dopo di questo, che di fatto, per tacere di varie altre applicazioni delle quali è capace, presenta il mezzo più semplice insieme e più elegante di riconoscere la proporzione di gas ossigeno in una mescolanza aeriforme.

Se assai frequente si presenta ai fisici ed ai chimici l'occasione di risolvere quest' ultimo interessante problema, non meno ovvia nè meno importante è l'altra di ricondurre per il calcolo un volume dato d'aria o d'un gas qualunque da una temperatura ad un'altra; per la quale applicazione e per altri usi non meno importanti si rende necessario conoscere la legge delle dilatazioni e respettive condensazioni che l'aria e gli altri gas provano per i cambiamenti di temperatura ai quali si trovano esposti.

Su di che, malgrado le ricerche intraprese in proposito da molti Uomini di somma dottrina e riputazione, era pure per la notabile discrepanza dei lor risultati tuttora incerta l'opinione dei fisici quando cadde in pensiero a Volta di farne soggetto delle sue indagini. Egli, portando in queste la consueta sua sagacità ed esattezza, pose fuori d'ogni dubbio essere la dilatazione dell'aria uniforme ed equabile per ogni grado di calor termometrico o di temperatura accresciuta, almeno per tutto il tratto compreso fra la congelazione e l' ebullizione dell' acqua, determinò con molta giustezza la quantità assoluta di questa dilatazione per ciascun grado, e riconobbe nella non perfetta

esclusione dell'acqua dagli apparati impiegati prima di lui la causa dell'errore di cui erano affette l'esperienze ed i risultati; quale acqua trasformata in gas per un sufficiente alzamento di temperatura simulava una più grande dilatazione o un maggiore aumento di volume nell'aria, cui si andava associando.

Nè gli sfuggì a questo proposito un'avvertenza o distinzione importante fra il caso in cui l'acqua rimasta nell'apparato fosse in quantità da fornire indeficientemente vapore elastico per tutta la durata dell'esperienza, e l'altro nel quale la sua piccola quantità limitasse la formazione del gas acqueo ad un tratto più breve. Osservò che nel primo caso l'andamento della dilatazione appariva costantemente e progressivamente crescente, mentre nell'altro l'aumento progressivo della dilatazione durava solo tanto quanto la vaporizzazione dell'acqua, cessata la quale e proseguendo gli alzamenti di temperatura, il volume risultato provava dilatazioni costantemente equabili.

Osservazione veramente preziosa, e dalla quale scendeva come natural conseguente che l'acqua stessa prendendo l'abito aereo rientrava sotto la legge dell'equabile dilatazione, qual legge fin d'allora poteva sospettarsi propria di quello stato, e però comune a tutte le sostanze aeriformi, com'è stato verificato in appresso.

Ed ecco che fino dall'anno 1793, in cui fu pubblicata l'eccellente Memoria relativa del nostro Autore, questi fatti importanti erano stati da esso

conquistati alla scienza, e questo punto di dottrina solidamente stabilito presso a pochissimo in quelli stessi termini nei quali è oggi generalmente adottato.

Non si può quindi ristare da maravigliarsi vedendo come ben nove anni dopo, cioè nel 1801 e 1802 due celebri fisici oltramontani Dalton in Inghilterra e Gay-Lussac in Francia uno indipendentemente dall'altro, benchè quasi contemporaneamente, abbiano preso a rifare ciò che Volta aveva già fatto, mostrando d'ignorarlo perfettamente, e ricavando da un seguito di ricerche imaginate ed eseguite con somma intelligenza e precisione risultati che sono assai prossimamente li stessi fra loro e con quelli del fisico italiano che li aveva preceduti di tanto. E maggiore diviene la meraviglia osservando che tuttora (dopo venticinque anni) la maggior parte dei fisici adottando concordemente ed applicando il principio dell'equabile dilatazione dell'aria prosegue a ripeterlo dai due fisici lodati senza tampoco associare al loro nome quello del nostro Volta.

Ben lontani da attribuire a fine alcuno indiretto un contegno, di cui non è questo il solo esempio, crediamo piuttosto doversi ripetere da una certa non curanza che affettano alcuni oltramontani per tutto ciò che non è loro, e specialmente per ciò che è italiano. Niente umiliati per questo troviamo nei nostri fasti di che confortarci non solo ma di che insuperbire, e pensiamo che questa circostanza giustifichi sopra d'ogni altra e

renda commendabile il divisamento di offrire al pubblico insieme riunite le principali produzioni di quest' Uomo giustamente celebre, onde sia l'ignorarle o più difficile, o meno scusabile.

G. G.

ALEXANDRO · VOLTAE · NOVOCOMENSI

QVOD · ELECTRICI · IGNIS · VI · NATVRAQVE

CVNCTIS · RETRO · MELIVS · EXPLORATA

INSTRVMENTISQ. AD · EVM · TENTANDVM · CONGERENDVMQVE

OPPORTVNIORIBVS · SAGACISSIME · INVENTIS

PER · QVAE · ET ALIORVM · REPERTIS · VIA · PATEFACTA · EST

FLORENTISSIMAM · ITALIAE · GLORIAM · AMPLIFICAVERIT ·

SULL' ARIA INFIAMMABILE

NATIVA

DELLE PALUDI



LETTERE SETTE

AL PADRE CARLO GIUSEPPE CAMPI

C. R. S.

. . . . . canes ut montivagae persaepe ferai
Naribus inveniunt intectas fronde quietes,
Cùm semel invenerint vestigia certa viai:
Sic alind ex alio per te tute ipse videre
Talibus in rebus poteris, caecasque latebras
Insinuare omnes, et verùm protrahere inde.

LUCR. I. 405.

LETTERA PRIMA

CARISSIMO AMICO

Como, li 14 Novembre, 1776.

Quando mi scriveste primamente della sorgente d'aria infiammabile da voi ritrovata sul principio dell'autunno, e quindi conversammo alcuni giorni insieme, vi ricorderà quanti discorsi, e quante congetture si fecero tra noi sul soggetto sempre più maraviglioso ed interessante delle diverse specie d'aria, e particolarmente su quella da voi scoperta vicino

» *del bel Colle*,
» *Cui bacia il Lambro il piede*,
» *Ed a cui Colombano il nome diede*,
» *Ove le viti in lascivetti intrichi*
» *Sposate sono in vece d'Olmi a' Fichi*

Redi Ditir.

e come già ci disponevamo a recarci colà in compagnia di qualche altro amatore della Storia Naturale per esaminare con agio e attentamente il fondo da cui viene tramandata cotest' aria, l'acqua attraverso alla quale essa gorgoglia, il terreno circonstante, e le falde di quegli ubertosi amenissimi

poggi. Forse ad oggetto di conferir meco voi vi portaste a Como; io sicuramente per associarmi a cosiffatta spedizione e studiosa ricerca venni con voi a Milano. Quanto me ne sapesse male tosto che intesi svanito il bel progetto, io non vel so esprimere: buon però, che le idee allora concepite delle ricerche da farsi ne' dintorni di quel luogo, mi partorirono, con minor dispendio, e facilità poco aspettata, un non inferiore anzi assai miglior successo. Che direte, s' io v' annunzio a prima giunta, che ho ritrovato e raccolto *Aria infiammabile* in altre parti, ove ebbi a portarmi nel corrente autunno, e perfino qui a Casa mia? che, ovunque io mi trovi, mi volga a destra o a sinistra, ho ben pochi passi a fare, perchè la terra e l'acqua mi forniscano aria infiammabile bella e preparata, e in quanta copia mi piaccia di volerne? Così è, Amico, lo svolgersi e salir su dal fondo attraverso all'acqua vivi gorgogli di aria infiammabile, avvegnachè sia un fenomeno estremamente curioso, in quanto ci sembra o raro, o quasi nuovo, e ci apre la via ad altre importanti ricerche, non è, nè debbe più riputarsi cosa propria della sorgente da voi osservata, da poi che io ho raccolto di tal' aria in diversissimi siti, da laghi, da stagni, da fonti; ove però non si voglia aver in conto di singolar prerogativa il gorgogliare spontaneamente, e in copia grande, e tratto tratto, come fa l'aria del vostro fonte, quando negli altri conviene per lo più eccitare il gorgoglio, con ismuovere e rimestare il fondo. Mi richiamò con

compiacenza il *Verbano*, che mi offrì prima d' ogni altro lo spettacolo ricercato sì, ma non isperato: quindi il mio *Lario* non ismentì la concepita e fondata aspettazione; alcuni rigagnoli poi, e alcune pozze la superarono di gran lunga.

Ecco come m' avvenne di fare la scoperta. Sovvengavi come io proposto vi aveva (se ivi fossimo là ove faceste voi il primo ritrovamento) di fare non lungi dalla sorgente alcuni scavamenti, e ricolmatili d' acqua sommuovere con checchessia la terra sottoposta per isprigionarne l' aria, se ve ne avea, la quale venuta a fior d' acqua in forma di gallozzole, avremmo raccolta al modo solito in caraffe immerse colla bocca nell' acqua, per indi esaminare se cotest' aria pure era infiammabile, o di alcun' altra delle tante fatte a nostri dì per la prima volta conosciute; vi soggiunsi eziandio come io andava meditando di usare cotal mezzo di raccoglier aria e spiarla, sopra il letame, ed altre corrotte materie, quando, ripatriato, ne avessi il comodo. Or bene, pieno di queste idee, non prima m' avvenni a guardare un' acqua limacciosa (e ciò fu nel diportarmi in una navicella sul *Lago Maggiore*, e nel costeggiare certi canneti vicini ad *Angiera*, il giorno 3 del corrente) che messomi a frugarvi dentro col bastone, l' aria cui vidi copiosamente portarsi a galla, mi destò la brama di raccoglierne una buona dose in un capace vaso di vetro. Io la avrei creduta, come era cosa ovvia, aria *putrida*, e *flogisticata* a segno di spegnere tostamente la fiamma di una candela, se l' odore non m' indicava, che

potea ben essere aria infiammabile, odore a me tanto noto, e cui per molti esperimenti fatti debbo pur saper distinguere, che francamente predissi alle persone le quali allora eran meco, e ad altre che invitai la mattina seguente; 4 Novembre, che quell' aria sarebbe andata in fiamma, spettacolo che s' avverò con loro non poca sorpresa, e mia molta soddisfazione.

Venendo ora alle minute circostanze, quest' aria arde assai lentamente con una bella vampa azzurrina, non altrimenti che quella da voi ritrovata. Perchè si allumi, e ne apparisca in vago modo la fiamma, conviene che la bocca del vaso sia larga anzi che no, perchè se è soverchiamente angusta, al presentarle una candeletta accesa, nascono bensì degli scoppietti e molti e successivi, ma tutti debolissimi, e tali che appena potete discernerli. Io soglio adoperare, per le esperienze piccole, un vasello di vetro cilindrico alto dai tre ai quattro pollici, largo uno in tutta la sua cavità, salvo che nella bocca, la quale ha intorno a un mezzo pollice di diametro. Appressandovi una candela, è pur cosa graziosa il vedere coprirsi la bocca d' una fiammetta azzurra, e questa giù scendere lento lento lunghesso le pareti del vaso, quasi lambendole, fino al fondo; ma più bello e più curioso riesce lo spettacolo, ove s' immerga nel vasello medesimo, per mezzo di un filo di ferro ripiegato, un mozzo di candeletta accesa; perchè allora la fiamma di color celestro esce più stesa e con qualche sorta d' empito. Se la candela vien calata pro-

fondamente, s' estingue, mentre sulla bocca l' aria arde tuttavia, e va pian piano avanzandosi verso il fondo, da cui discostando la candela si riaccende al primo toccar la fiamma che avvampa su l' orlo. Ciò non è appunto quello stesso che accade all' olio, allo spirito di vino ec.? Una fiaccola tuffata in uno di cosiffatti fluidi non si spegne, che accostata alla superficie vi appicca fuoco cosicchè allegramente ardano? Qual più bella prova di questa per dimostrare che la stess' aria infiammabile, non altrimenti che qualunque altra sostanza accensibile, non può ardere se non in contatto dell' aria pura atmosferica? Sono ec.

LETTERA SECONDA

Como, 21 Novembre, 1776.

Nil adeo magnum, nec tam mirabile quidquam
Principio, quod non minuant mirarier omnes
Paullatim . . . .
Desine quapropter novitate exterritus ipsâ
Expuere ex animo rationem: sed magis acri
Judicio perpende; et si tibi vera videtur,
Dede manus . . . . Lucr. II. 1025.

Prima di passare ad alcune altre particolarità che ci offre cotesta nuova aria infiammabile, conviene che vi renda un conto più esatto della scoperta in tutta la sua estensione. Considerando i siti, i quali fornito m'aveano aria infiammabile, cioè le Paludi del Lago Maggiore, il cui fondo altro non era che una terra soffice e leggiera, ossia un pacciume di radici, cannucce, nicchj, erbette infradiciate ec.; e vedendo l'aria sprigionatane infiammabile sì, ma debolissimamente, credetti in prima in prima, che alla produzione di tale aria non si richiedesse meno di un cosiffatto ammasso larghissimo e profondissimo di puro fradiciume, ossia di vegetabili scomposti e ridotti in

terra. Dirovvi eziandio, che le mie idee si volsero tosto alla *Torba*, attesa la qualità sua di infuocarsi, e di ardere con una fiamma turchina. Pertanto appena appena io avrei sperato di raccogliere aria infiammabile lungo le sponde di questo mio Lago non guari discoste dalla Città, ove non avvi alcun canneto, nè fondo d'acqua assai fangoso, ma avviene soltanto di trovarsene talano coperto di poltiglia, o al più di erbacce verdi: con tutto ciò era cosa assai naturale, che io non lasciassi di fare sopr'essi pure l'esperimento. Prima adunque passeggiando rasente queste rive, e colla canna tentando, e quasi interrogando per ogni dove il fondo dell'acqua, vidi che ovunque esso non era troppo sodo, o puramente ghiaioso e sassoso, montava al pelo dell'acqua ove un maggiore ove un minor numero di gorgoglj d'aria. Giudicandone anticipatamente l'avrei riputata, a dir molto, *flogisticata*, e talora punto o poco diversa dalla comune, quando cioè io la snidava da un letto che sembrava terra pura o sabbia fina. Ma fatto sta, che messa alle prove riuscì in ogni caso infiammabile, tranne un solo, in cui la trovai *flogisticata*, perchè spense una candeletta al primo immergervela dentro.

Dopo un cosiffatto non meno avventuroso che inatteso successo, immaginate se io lasciai intatto fonte o fiume, polla o rigagnolo, fosso o pozzanghera in cui m'avvenissi. Sì, per lo spazio di ben molti giorni, altro non ho fatto che andare tastando e rimestando ogni letto d'acqua del contorno,

colla tasca piena di guastadette che mi riportava a casa colme di novella aria. A dir corto, non v'ebbe fondo da cui io potessi in qualche modo ottener aria, che questa non sia stata infiammabile, se non che sovente l'ho trovata confusa con qualche porzione d'aria fissa; e ninno niuno ha rifiutato di darmene, salvo che fosse o affatto duro o ghiaioso.

Ho detto d'aver raccolto aria da que' fondi pure che coperti non sono d'alcun fracidume, ma veggonsi, per così dire, spalmati d'una semplice falda di melma o belletta, che a prima giunta direste terra pura o anzi arena sottile; e di avere non senza maraviglia trovata tal'aria infiammabile al par dell'altra. Non debbo però tralasciare di soggiugnere, che l'aria sbucata di là è di gran lunga meno copiosa di quella che si sviluppa dal letto di certe acque composto di erbe putride ammonchiata e confusa con un loto leggiere e consenziente. Alcuni fossati e certe acque morte, corrotte e puzzolenti brulicano tutte di gallozzole d'aria, solo che dolcemente se ne smuova il fondo; anzi molte di totali bolle veggonsi comparire qua e là spontaneamente, e non di rado avviene di vederne coperta tutta quant'è la superficie, attesochè portatesi a galla durano ivi assai tempo senza crepare. Egli è adunque non poco verisimile che dai vegetabili macerati e corrotti nell'acqua, e fors'anche dagli animali (perchè nella fanghiglia d'alcuni stagni abbondanti d'aria mi sono venuti sott'occhio gli avanzi di più insetti) e non dalla pura

terra o da altra fossile sostanza, molto meno poi dall'acqua, abbia la sua origine questa nostr'aria infiammabile. Difatti esaminando le cose più attentamente, rinvenni che eziandio in que'letti, i quali sembravano fatti di null'altro che di terra, eppure sprigionavasi da essi o poca o molt'aria, vi avea, se non altro, nu musco o qual si fosse erba, o muffa verdiccia e mucillaginosa che copriva alcuni sassi; ed ove non incontravasi neppur questa, e la ghiaia e i ciottoli trasparivano mondi e lisci, e l'acqua se ne scorrea limpida, nna gallozzola, che è pur poco, non era da sperarsi; anzi non m'avvenne mai di poterne ottenere una nè meno dal fango delle pubbliche vie.

Dopo aver saggiata la terra che dorme, dirò così, sotto l'acqua, mi è tosto corso per la fantasia (come già vi dissi che aveva in animo di fare ne' contorni della sorgente da voi osservata) di esaminare la terra vicina all'acqua, ma non bagnata. Ho scelto pertanto un terreno paludoso, lasciato quasi in secco pel ritiramento del nostro Lago; e mi sono accinto a far le prove in due modi. Il primo fu di scavare a bello studio alcune pozzettine nella mota (altre eran belle e formate dalle orme stampate profondamente) e ricolmatele d'acqua, col frugare alla maniera usata per mezzo del bastone, snidai l'aria, diligentemente la raccolsi, e non mancò alla prova d'infiammarsi. L'altro che mi offrì uno spettacolo più bello e più grazioso, fu di spiguere a viva forza il bastone nel terreno ov'era meno sodo e più pericciso, e

d'erbe guaste ricoperto, e trattolo fuori, presentar tosto al pertugio una candeletta accesa. Era pur bello il veder nascer subitamente una fiamma azzurrina, e una parte d'essa lanciarsi in alto, l'altra immergersi e andar radendo il fondo. Scavando poi in fretta molte pozzette contigue, gli occhi non sapean saziarsi in mirare la fiamma scorrere da una all'altra, ed ora a questa, ora a quella appiccar fuoco, ed ora arder tutte e brillare a un tempo e a un tratto, in ispezie se io co'piedi o m'aggravava sul terreno o lo calpestava perchè ne schizzasse più aria.

Che ne dite, Amico? Il fenomeno, che con tanta enfasi ci viene descritto, di qualche terreno sul quale destasi e trascorre, lambendolo tutto, una fiamma, al solo gettarvi un solfanello acceso (*), io pos-

(*) La descrizione di un somigliante fenomeno leggesi nel tomo I. de' Commentarj dell' Accademia di Bologna, ove vien detto che il celebre Signor Galeazzi osservò ed esaminò nel 1719 certo terreno vicino di *Barigazza*, da cui sorgeano volta a volta vive fiamme. Un' altra descrizione più recente e più al proposito nostro, della così detta *Fontana ardente del Delfinato*, trovasi registrata nel Giornale dell' Abate Rozier (Observations sur la Physique etc. tome sixième Août 1775).

» In somma, dice l' Autore Anonimo alla pag. 126, » tutto il contorno del terreno da cui esce la fiamma, e » segnatamente quello che gli sta più sotto e a' fianchi, » si è uno *Schisto* nero e sfaldato in lamine o sfoglie per » cui veste l' apparenza d' Ardesia. Sopra molte di queste » sfoglie vedesi impressa la forma di varie conchiglie, ma » principalmente quella delle *Came*.

so mostrarvelo ognor che v'aggrada; per ciò nulla più si richiede che foracchiare o solcare la terra.

» Mentre io ne raccoglieva alcuni saggi, la mia guida » avea allestito un pajo d'uova, e non potendo più reg» gere al desiderio di farmi vedere lo spettacolo, accese » un solfanello e gettollo sul terreno onde dovea sortir il » fuoco. All' istante io vidi tutto quel tratto di terra co» perto d'una vampa leggiera, e che sembrava ondeggiare » a quel modo appunto che fa la fiamma dello spirito di » vino acceso, e sopr' essa il mio condottiere fe cuocere » una diabolica frittata. Mi lasciai prendere non già dalla » gola, ma sebbene dalla curiosità di gustarne, e in fatti » poco più oltre che assaggiarla mi avrebbe permesso in » ogni caso il sapore insopportabile di solfo che ne veni» va. Per ciò che spetta alla fiamma, io non potei giu» dica e nè del colore nè dell'altezza, perchè il sole che » risplendeva chiaro in quel giorno mi tolse di vedere e » l'uno e l'altra, come veggonsi allorchè l'aria è oscura » e il cielo coperto. Io giudicai che il colore dovea es» sere turchiniccio; e la guida mi disse che tale diffatti » compariva in tempo di notte; ma stando al sole, io » non vedeva, che una fiamma rossa . . . . Mi restava un » dubbio, e che facea mi dolere assai di non aver meco » il Termometro; avrei pur voluto sapere a che segno » montava il calore della terra a qualche profondità, o » almeno sotto la superficie. Per supplire alla mancanza » d'un acconcio strumento, forai la terra in un luogo assai » assai vicino alla fiamma, vi immersi un dito, ma non » sentii calor maggiore di quello dell' altra terra. Pochi » minuti dopo fui obbligato a trarne il dito, perchè la » fiamma venne a riempire il pertugio per di sopra; e in » quel modo appunto che una candela spenta e tuttavia » fumante si raccende accostandola, e dirigendone il fumo

Ho letto di alcuno stagno, che offre il medesimo spettacolo d'una fiamma che si spiega su tutta la superficie dell'acqua (*); ed io ho voluto pure

---

« verso un' altra candela che arde, così venne la fiamma » a riempire il faro da me fatto, ed a coprirne tutto il » dintorno . . . .

Tale è la pretesa *Fontana ardente del Delfinato*, e che viene celebrata per una delle sette maraviglie di quella Provincia.

(*) Eccone un esempio preposto a molti altri, che se ne potrebbero addurre, e perchè assai recente, e perchè appoggiato all' autorità d'un uomo cotanto grande e famoso, quanto è, e sarà mai sempre il Signor Beniamino Franklin.

AL SIGNOR GIUSEPPE PRIESTLEY.

Craven Street, li 10 *Aprile*, 1774.

SIGNORE.

» Per condescendere alle vostre richieste, ho posto ogni » opera e sollecitudine in raccogliere le circostanze degli » esperimenti tentati in America, de' quali vi ho già fatta » menzione, cioè dell' alzarsi una fiamma sulla superficie di » alcune acque di colà.

» Allorchè io passai pella *Nuova Jersey*, l'anno 1764, » udii più d'una fiata ricordare, che appressando una can» dela accesa al pelo di alcuni di que' fiumi, si apprendea » all' acqua e spiegavasi su di essa una subita vampa, che » durava a brillare per lo spazio d' intorno a mezzo minuto. » Ma le descrizioni che me ne vennero fatte erano imper» fette a segno, che non potetti formare veruna congettura » sulla cagione di cotale effetto, ed anzi inchinai a dubitar

imitarlo. Ho fatto solcare e sommovere il fondo d'un fosso de' più sordidi e pantanosi, in modo di

---

» forte della verità di esso. A me non si è offerto mai il » buon destro di esser testimonio oculare dello sperimento; » ma accompagnatomi con un amico, il quale appunto se » ne tornava a casa dopo averlo pur allora fatto egli mede» simo, appresi da lui il modo che vuolsi tenere nell'ese» guirlo; e fu di sceghere un luogo basso anzi che no, il » cui fondo limaccioso potea venir agevolmente rimesta» to e sommosso colla canna da viaggio. Innanzi a tutto » egli agitò il fango, e quindi tosto che incominciò a mon» tare a fior d'acqua un buon numero di bollicine, vi ap» plicò la candela. La fiamma fu tanto pronta e gagliarda » che s'appiccò ad un manichino, e ghelo guastò non po» co, come vidi io medesimo. Siccome la *Nuova Jersey* » abbonda di Pineti in varie parti, mi si parò alla mente » che per avventura alcun vapore simile ad un olio volatile » di Trementina potesse essersi frammeschiato all'acqua, » ma questa supposizione non mi appagò interamente. Ho » fatto motto di tale fenomeno ad alcuni filosofi miei ami» ci, dopo il mio ritorno in Inghilterra, ma non vi atte» sero gran fatto; anzi sono in opinione d'essere stato » tenuto uomo un po' troppo corrivo a credere.

» L'anno 1765 il Rev. Dr. Chandler ricevè una lettera » del Dr. Finley Presidente del Collegio in quella Provin» cia, intorno al medesimo sperimento. Fu letta alla So» cietà Reale, li 21 Novembre di quell'anno, ma non im» pressa nelle Transazioni, forse perchè fu creduto un » accidente troppo strano per essere vero, e per tema che » potesse correr rischio di venir motteggiato, se qualche » membro della Società si fosse accinto a farne la prova » ad oggetto di confermare il fatto o di confutarlo. Ecco » un esemplare della relazione.

far nascere un gran numero di gorgoglj; ed ecco al primo appressare all'acqua una candela accesa,

---

= Un onorato gentiluomo, che soggiorna non malto lungi di qui, mi ha narrato d'essere stato preso da non poca maraviglia in vedere la superficie dell'acqua in un picciolo canale da mulino, vicino di casa sua, balenare a quella guisa che fanno gli spiriti infiammati. Io mi recai tantosto sul luogo, e replicai l'esperimento col medesimo successo. Il letto dello stagno era pantanoso, e poi che fu commosso a segno di far nascere un considerabile ondeggiamenta sul pelo dell'acqua, e vi venne accostata una candela accesa alla distanza di due o tre pollici, tutta la superficie arse, non meno subitamente che avrebbe fatto il vapore d'uno spirito infiammabile riscaldato, e durò, quand'era gagliardamenta agitato, per lo spazio di più minuti secondi. Si credette da principio che la cosa fosse tutta propria di quel luogo; ma provando e riprovando, risultò, e assai presto, che un fondo simile in altri luoghi mostrava il medesimo fenomeno. La scoperta venne fatta a caso da una persona di pertinenza del mulino. =

» Io mi sono messo due volte alle prove qui in Inghil-» terra, ma senza successo. La prima fu sopra un'acqua » che scorre lentamenta su d'un fondo melmoso. La se-» canda in una pozza stagnante a capo d'un alto fosso. » Avendo speso alcun tempo in dimenare quest'acqua, io » ho attribuito una febbre intermittente, onde sono stato » preso alquanti giorni dopo, all'aver respirato troppo a » lungo quell'aria putrida che ho stuzzicato a venir a galla » dal fondo, e che io non poteva schifar di attrarre, men-« tre prosteso in terra mi studiava di appiccarle fuoco. Le » scoperte che voi avete fatto di fresco intorno al modo con » cui in alcuni casi si genera l'aria infiammabile, può recar » luce a questo sperimento, e farci sapere perche talora ab-

destarsi una larga fiamma lambente. La diversità grande sta tutta in ciò, che così in questo sperimento, come nell'altro fatto sopra la terra, è di mestieri un'azione continuata di smuover il fondo per isnidare l'aria, il che non richiedesi in tutti que' siti di cui si legge la descrizione. Malgrado cosiffatta non leggiere circostanza io non dubito dell'identità del principio in tutti i casi accennati. Così accertar mi potessi dell'identità rispetto ai così detti *Fuochi fatui*. Molte circostanze, a dir vero, potrebbero farmi credere, che altro alla fine non sieno se non se aria infiammabile spremuta dal terreno paludoso, giacchè appunto sogliono intorno alle paludi farsi vedere. Ma se tale è la loro natura, come spiegheremo il loro accendersi, poichè altro mezzo non conosciamo d'allumare l'aria

» bia esito felice, e talora non l'abbia. Con altissima stima
» e rispetto

Sono, mio Signore

*Vostro ubbid.*mo *ed umil.*mo *Ser.*re

B. Franklin.

Merita pure, perchè troppo al caso nostro, d'aver quì luogo un passo del Chiariss. Sig. Dr. Gio. Luigi Targioni, registrato nel Vol. I. pag. 37. dell'articolo VI. della sua bella Raccolta d'Opuscoli Fisico-Medici. Eccone le parole

» Un'altra analisi fatta dall'istesso Sig. Dr. Zuccagni di
» altr'acqua minerale di un luogo detto *Bagnolino*, poco
» distante da Firenze, dimostrerà, che non tutte le acque
» minerali contengono aria fissa, e che in alcune sorgenti
» si osserva dell'aria infiammabile.

infiammabile, che quello di accostarvi una fiamma?

Giacchè ora si dà un nome ad ogni cosa, e ad ogni apparenza di cosa, e tanti segnatamente se ne sono fabbricati per le diverse specie d'aria, mi sovviene di chiedervi, se potremmo chiamare questa di fresco trovata *Aria infiammabile nativa delle Paludi*. Oltrechè essa ne è infatti originaria, io mi riputerei in diritto di contrassegnarla per tal foggia, attese le rimarchevoli apparenze, per cui si distingue dalle altre arie infiammabili e fattizie e naturali. Se non altro pel colore della fiamma eleganteniente azzurro, e per la lentezza con cui s'avanza cheta cheta, lambendo e ondeggiando, differisce considerevolmente da quella che viene generata colle soluzioni metalliche negli acidi, e alcun poco da quella pure che cavasi dalle sostanze o vegetabili o animali per distillazione. Non ho avuto mai occasione di metter a cimento l'aria infiammabile nativa delle miniere di carbon fossile, o di sal gemma; pure non dubito punto, che eziandio da queste differir possa la nostra.

Già vi ho detto, che essa assai arde più posatamente delle altre, e che gli scoppj suoi non sono per conto alcuno da mettersi a petto di quei delle altre; per poco io non vi dissi che appena appena merita d'essere chiamata infiammabile. Senza fallo adunque voi non v'aspetterete mai, e fuor d'ogni dubbio vi sembrerà paradosso, ch'io mi voglia mettere sul mostrarvela di questa virtù a dovizia fornita e straricca sopra tutte le altre. Eppure le cosa sta così e non altrimenti. Sì, Signore, non

v'è aria più infiammabile dell' aria nativa delle paludi. Ciò in primo luogo può dedursi dal numero stragrande di piccole scoppiature che se ne ottiene. Ma un altro più certo e decisivo indizio a me pare esser quello di comunicare la virtù d'infiammarsi all'aria comune con cui venga mescolata, nel che la nostra vantaggia di gran lunga le altre arie accendibili. La più forte di queste, ottenuta colla soluzione di limatura di ferro nell'acido vitriolico, giugne a scoppiettare col massimo strepito e romore ove venga frammischiata con un volume d'aria comune doppio del suo; quella delle paludi o cavata comunque da' vegetabili all' incontro s'infiamma e scoppia col massimo vantaggio, se ad una misura di essa aggiungansene le otto, e le dieci di comune; frammischiandone soltanto le cinque o le sei non iscoppia tuttavia col massimo lampo e rimbombo; ma si va balenando con varj successivi e lievi infiammamenti. finalmente mescolando infino a dodici misure d'aria comune con una delle paludi, non ha mancato di andar in fiamma tutta la massa.

Ora s'intende perchè quest' aria arda tanto pigramente ne' vasi, e richieggasi che questi sieno di ampia bocca. No, non è già mancanza d'infiammabilità, vuol anzi dirsi eccesso e dismisura, in quanto che per fiammeggiare vivamente debbe venir dianzi allungata e temperata con dimolta aria comune. Che se, qualunque sia la proporzione delle due arie fra di loro mescolate, cioè della comune e della infiammabile nativa, lo scoppio non giugne mai a quel segno cui toccano le altre arie infiammabili

fattizie, altro, secondo me, non si dee conchiudere, se non che diversa cosa è l'esser un'aria dotata di molta virtù d'infiammarsi, o l'avere molta forza nel mentre che s'infiamma. Io concepisco che tale diversità nascer possa non tanto dalla dose del *flogisto* quanto da' diversi modi in cui esso può *combinarsi* con queste arie, e soprattutto dalla natura della *base* con cui è accoppiato, dalla maggiore o minore affinità ec.

Non tarderò guari a scrivarvi, in continuazione delle due precedenti, una o più altre lettere, nelle quali vi accennerò alcune mie idee sull'infiammabilità delle arie in generale.

Amatemi, ch'io sono ec.

LETTERA TERZA

Como, li 26 Novembre, 1776.

. . . . *quae nos elementa vocamus,*
. . . . *aer, atque aëre purior ignis,*
Quas . . . vices peragant (*animos adhibete*) *docebo.*
OVID. Met. XV.

Prima d'incominciare a parlarvi di ciò perchè ho preso principalmente la penna in mano, debbo finir di addurre le ragioni per cui l'aria cavata dalle soluzioni metalliche negli acidi arde più prestamente, e scoppia con assai più strepitore e fracasso, che non quella, la quale per qualsivoglia mezzo traesi da' vegetabili. Ne ho allegato alcune verso la fine della lettera precedente; ma le ho anzi accennate che esposte, e non ho tampoco ricordata di passaggio la più verisimile e più forte. Recatevi a mente, come più e più volte abbiamo con non poca compiacenza ragionato insieme degli esperimenti fatti dal D.r Priestley sopra quella mirabile foggia d'aria da lui trovata pocanzi, e cui egli chiama *Deflogisticata* (1), la quale, oltre ad essere le cinque o le

(1) *Priestl.* Vol. II. Sect. 3.

sei volte più tempo respirabile di qualunque altr' aria atmosferica, che abbia lode e fama di salutevole, avviva in modo sorprendente un carbone rovente, o una candela accesa, che dentro vi s' immerga (1); ed ove venga tramischiata in così poca dose, che non monti a più d' una terza parte coll' aria infiammabile delle soluzioni metalliche, le comunica la virtù di accendersi e di scoppiare con impeto, calore e strepito spaventevole (2): anzi ricordivi a questo proposito, come m' avete fatto un po' di gola, scrivendomi che si lavorano costì da un vostro amico de' piccioli apparati di vetro, con cui cotest' aria si può trar fuori del minio, o d' altre acconcie sostanze, assai più di leggieri, e con minore dispendio, che coll' apparato, cui suole usare il sopra lodato Dottore. Già il sapete, l' aria deflogisticata ci viene fornita massimamente dalle terre o calci metalliche intrise coll' acido di nitro, ed esposte all' azione del fuoco. Nella soluzione dei metalli adunque io porto opinione, che l' acido impiegatovi (avvegnachè non sia il nitroso, ottimo, ma secondo me non unico a tal uopo) formi con una parte della terra metallica alcun poco d' aria de-

(1) Ho provato a questi dì passati, e l' ho fatta vedere con non poca sorpresa a molte persone, che calando uno stizzo infocato in un vaso pieno d' aria deflogisticata, in stizzo all' istante incomincia a cigolare e a sfavillare, e quindi s' infiamma assai più presto che se fosse stato attizzato da un mantice.

(2) *Priestl.* Sect. 5.

flogisticata insieme alla vera aria infiammabile, e da questo miscuglio abbia poscia origine la rapida accensione e il fragore che si ode; e appunto per mancanza di tal' aria *deflogisticata* arde debolmente non che l' aria infiammabile delle Paludi, ma quella pure che s' ottiene col mezzo della distillazione de' vegetabili e dagli animali. Pare che la congettura acquisti un nuovo grado di forza dall' osservare, che ove la soluzione metallica si faccia con calore ad effervescenza più gagliarda, l' aria riesce in proporzione più fortemente infiammabile: perchè, io direi, maggior porzione di terra o sia calce metallica si sublima a formare aria deflogisticata. La distillazione stessa delle materie vegetabili ed animali rafforzata da un rapido e intenso calore genera un' aria che s' infiamma e scoppia con assai più di vigore: e qui pure dir si potrebbe che alcun poco di terra già deflogisticata si sublimi pel molto calore. Ma perchè la spiegazione non resti dentro i limiti d' una mera congettura, converrà mescere l' aria infiammabile estratta da' vegetabili con una scarsa dose di *deflogisticata*. Io non dubito punto che questo tramescolamento non sia per imitare l' aria infiammabile de' metalli, ed imitarla pure nell' unico gagliardo rimbumbo, se vi si aggiungerà solo aria comune in copia bastevole, a finalmente gareggierà col tuono d' una scoppiatura violentissima, ove si mescoli con quantità opportuna di pura aria deflogisticata. Tutti questi sperimenti ho in animo di mettermi a fare tosto che mi

spedirete l'apparato convenevole (*). E di ciò non più.

Ho promesso che quanto prima v'avrei comunicato alcune mie idee sull'infiammabilità dell'aria. Ecco attentatvi la parola. Ma perchè non è possibile di tutti, contentatevi che di que' pensieri per ora vi faccia parte, che hanno per soggetto la differenza fra l'aria *infiammabile*, e l'aria meramente *flogisticata*. Ne ho già dato un cenno nelle mie Tesi di *Aerologia*, stampate pochi mesi addietro, là ove ho asserito essere questa seconda *un'aria saturata di Flogisto*, e l'altra, non che satnrata, ma *sopraccarica*. Coll'esprimermi in tal foggia ho mirato ad insinuare che io concepiva l'aria a cui vien dato il nome di *flogisticata*, in istato tale, che il Flogisto si trovi propriamente *combinato*, e strettamente unito alle particelle aeree, per modo che ciascuna di queste ne sia interamente, o a un di presso satolla, e perciò insufficiente a ricevere in sè nuovi svaporamenti flogistici dalla fiamma, da' polmoni, ec., che è poi quanto dire, Aria soffocante. L'aria infiammabile poi, secondo me, era

(*) Verso la fine dello scorso Dicembre mi si è offerto occasione opportuna di cimentare coll'esperienza le congetture qui accennate, e mi sono non poco compiaciuto nel vederle in molta parte avverate. La prova sull'aria infiammabile delle Paludi da me fatta in compagnia del P. Campi ha avuto un esito che se non ha superato la nostra aspettazione, vi ha senza fallo bastantemente risposto.

bansi al par dell'altra saturata, ma coll'aggiunta d'una dose di Flogisto leggermente con essa legato, e debolmente, dirò così, accozzato; pronta perciò, mediante l'arto d'una fiamma, a scuotersi d'addosso cotale ridondante, e *mal combinato* flogisto, sgricandolo sopra l'aria comune, che ne è il *mestruo universale*, e in ciò fare, manifestavasi essa pure e scoppiava in viva fiamma.

Da indi innanzi però mi è più volte caduto in mente, che, serbati in generale i medesimi termini della più e della meno perfetta combinazione, sarebbe tornato meglio scambiare la supposizione, e spiegare la cosa al rovescio: cioè assegnare la parti del flogisto *sviluppato*, o sia poco coerente, all'aria che soffoca, e quelle del flogisto intimamente accoppiato a quella che prende fiamma. Sì, vi confesso sinceramente d'essermi a poco a poco ridotto a tale d'inchinare assai più a questa che alla prima opinione; e ciò in forza di alcune considerazioni che mi studierò di venirvi comunicando più brevemente che potrò.

Primamente, se una dose d'aria flogisticata si mescoli con qualunque dose d'aria comune, quella comparte tantosto a questa equabilmente la sua qualità, di modo che tutta la massa ed ogni parte di essa diviene appunto tanto viziata, quanto lo richiede il calcolo fatto sopra le quantità e le qualità delle due arie. Ciò posto, ecco com'io ragiono. Questa facilità, questa libertà, questa prontezza con cui il flogisto abbandona l'aria che n'era già carica, e passa a distribuirsi proporzionatamente pel volume

della nuova massa, non sono una assai apparente cagione di credere che il flogisto debbe essere poco legato, e pressochè meramente sparso, e per così dire, intriso coll' aria flogisticata? Sì, e la probabilità fassi maggiore coll' osservare che i fenomeni dell' aria infiammabile ci rappresentano il flogisto di gran lunga più tenacemente con essa avvinto; imperciocchè ove una dose di questa venga trameschiata con una o più dosi d' aria comune o di qualchessisi altra ragione d' aria; o ella non si stempera troppo di leggieri con esse, o almeno non in modo di perdere la sua infiammabilità. Eccone una prova. A dieci misure d' aria atmosferica aggiungo una sola misura della mia aria infiammabile delle paludi. Se il flogisto onde questa è pregna si ripartisse così giustamente, che ad ogni particella della prima ne toccasse una parte adeguata, pare a voi che un' aria cotanto allungata durerebbe a serbarsi tuttavia in istato di scoppiare? Mai no. Io sono quindi d' avviso, che le parti *integranti* dell' aria infiammabile non perdano nulla, e ondeggino intatte per entro a quelle dell' aria comune da cui sono attorniate, ed esse sole realmente s' infiammino, prestando le altre il mero ufficio di riceverne sopra di sè la scarica. Il vedere che un animale non sente grave danno dal respirare cosiffatto mescuglio d' arie, è un nuovo argomento per farmi credere che l' aria comune, la quale fa parte della mescolanza, non siasi punto *flogisticata* a spese dell' aria infiammabile, e però rimanga atta a incorporarsi con nuovo flogisto che a mano a mano essla da' polmoni; laddove se

ogni particella di essa fosse resa tanto flogisticata quanto ad esser infiammabile si richiede (cioè giusta la mia prima idea, non pur *saturata*, ma *sopraccarica* di flogisto) fuor d' ogni dubbio avrebbe ad essere oltremodo molesta e nocevole.

Il Flogisto adunque dell' aria infiammabile non si separa dalla sua base spontaneamente, e pel solo toccare l' aria comune, siccome interviene all' aria soltanto flogisticata. Diffatti, perchè questa si spogli del flogisto, basta diguazzarla nell' acqua per un mediocre spazio di tempo; perchè se ne svesta la prima, conviene agitarla pure nell' acqua, ma assai più a lungo e più gagliardamente. Nè avviene giammai che la vegetaziona, la quale corregge tanto bene e rende sì agevolmente salubre l' aria flogisticata, spogli l' aria infiammabile della sua infiammabilità di cui è sopra ogni credere tenace. L' urto vivo d' una fiamma sembra essere da tanto, cioè aver egli solo forza di produrre una vera *scomposizione*, la quale scomposizione violenta del flogisto dalla sua base, e il continuo trascorrimento nell' aria comune, richieggonsi (e forse ment' altro) a qualsivoglia accensione. Ho detto *scomposizione violenta;* conciossiachè una semplice esalazione, o un blando svilupparsi del flogisto, sia pur quanto si voglia copioso, da' corpi con cui è leggermente unito, non sembri valevole a destare accendimento o fiamma: vi manca per avventura quel grado di moto o di vibrazione necessario a ingenerare col calore la sensazione della luce. Non v' è chi non sappia quanto abbondanti sieno gli effondimenti di

materia flogistica che del continuo spirano da' corpi putredinosi, dalla biacca intrisa con olio, dagli olj volatili, dalla limatura di ferro impastata con acqua e solfo, e da tant' altre preparazioni chimiche, e in ispezie dal *Fegato di solfo;* ma appunto perchè cotali effondimenti di flogisto avvengono pressochè senza esterna scossa, e diremmo, per ispontaneo disfacimento (indizio di debole coerenza) così non giungono a manifestarsi sotto forma di fuoco. All' opposto nello zolfo, nello spirito di vino, e in qualsivoglia altro combustibile, da cui il flogisto, perchè più intrinsecamente combinato, non si diffonde nè spontaneamente, nè in larga misura, ma a ciò si richiede che venga dibattuto e stimolato d'altronde, cioè da altro fuoco già vivo, ne riesce visibile l'accensione, e chiara riluce la fiamma.

Ma che diremo de' fosfori, e soprattutto, di quello di *Kunkel*, e del Piroforo di *Homberg*, ne' quali le effusioni flogistiche, avvegnachè placide e spontanee, non lasciano percio di venir accompagnate da luce manifesta, anzi nel Piroforo, da una vera combustione? Io sono persuaso che in cosiffatti casi il flogisto trovisi appunto in uno stato di mezzo, cioè fra combinato a quel modo che lo è nel solfo e in altri corpi accensibili, e fra mobile e mal collegato, come lo suole essere nelle materie putredinose, nel fegato di zolfo, e simili. Non è vero che gli altri flogistici sfumino in tutto spontaneamente; ad oggetto che cotali fosfori divengano luminosi, è di mestieri che sieno stati dianzi instigati dalla luce o dal calore. L' azione dell'aria alquanto calda pro-

duce un bastante effetto sul fosforo d'orina; è l'umido aereo che ne viene avidamente succiato, scuote ed eccita a sufficienza il Piroforo. Laonde è agevol cosa intendere per qual ragione i Fosfori, e più d'essi il Fegato di zolfo rendano un odoraccio, o anzi un puzzo cotanto grave e pungente, dove lo zolfo, ed altre sustanze infiammabili, fuorchè allora appunto che ardono, o almeno si sfregano, non pure non ci offendano, ma tampoco non giungano a dileticare in verun modo i nervi dell'odorato. Il flogisto di queste, perchè *combinato*, insinoattantochè non s'infiamma, non può aver forza di ferir gravemente le nari, come lo può il flogisto *sviluppato* di quelli.

Ho aggiunto, richiedersi inoltre *il continuo trascorrimento* del flogisto *all'aria comune*; imperciocchè comunque avvenga la separazione di esso da una sostanza in cui era impregionato e avvinto; se in quello stante che parte da una, si ricongiugne con un'altra materia, non si paleserà altrimenti in forma di fuoco o di fiamma: cosa manifesta, siccome per molti altri *processi*, così per quelli più chiaramente, in cui si revivificano i metalli e si forma il solfo; essendo che il flogisto passa, nel primo caso, dal carbone nella terra metallica, e nel secondo, s'incorpora coll'acido vitriolico, senza vestire l'apparenza di fuoco.

Tornando ora al soggetto nostro principale. Voi avrete una chiara idea della mia nuova ipotesi, ove concepiate il flogisto dell'aria *infiammabile* combinato con essa, appunto come lo è col solfo; e

quello dell'aria semplicemente *flogisticata*, va lo figuriate accoppiato con essa, come lo è nel fegato di zolfo. *L'Aria Alcalina* potrebbe acconciamente collocarsi fra l'infiammabile e la flogisticata, e in ciò andar di pari cn' fosfori. Diffatti non solo essa non ispegne subito la fiamma d'una candela, ma pel contrario ne raddoppia in certo modo il volume; imperciocchè la fiamma immersa compare vestita e circondata d'un'altra fiamma assai più larga, ma pallida (*). Per simile maniera può dirsi, che l'*Aria nitrosa* tenga pure un simil luogo di mezzo; attesochè il flogisto nè si sviluppa da essa affatto posatamente, come posatamente si sviluppa e diparte dall'aria flogisticata, per indi passare nella comune; nè se ne slega con tant' impeto e tanta rapidità da scoppiare e accendersi, come fa allora che si svincola dall' aria infiammabile; ma però se ne separa e discioglie con sensibile e durevole effervescenza. Infatti, perchè si consumi, quasi abbrugiando, cotest'aria nitrosa, se non è necessaria l'azione viva dalla fiamma, vi si richiede però l'opera dell'aria comune, e un visibile moto intestino. Per meglio conciliarvi coll' idee, ch' ora avanzo, porrovvi sott' occhio, che l'aria nitrosa, ove venga vieppiù flogisticata collo starsene lungamente in contatto del ferro, cui corrode, o del fegato di zolfo, giugne gradatamente a un segno, cui tosto che

(*) Priestl. Vol. I. Part. II Sect. I. Of Alkaline Air pag. 175.

ha toccato, è appunto infiammabile per metà; e allora maravigliosamente congiugne i due estremi. Imperciocchè se una candela immersavi dentro vi si spegne, nello spegnersi si fa vedere attorniata da un'altra fiamma di color verde o azzurro e assai ampia. Spignete più oltre, e via via il flogisticamento, la candela non pure non s'ammorza, ma la fiamma colorata si allarga e si fa maggiore. È egli giunto omai il flogisticamento al colmo? La candela, nell'atto che viene attuffata nell'aria, fa nascere una verissima esplosione (*). Nè questo è un privilegio della sola aria nitrosa per tal modo flogisticata. Il D.r Priestley ha tratto coll'acido del nitro da diverse sostanze vegetabili e animali delle arie dotate di simile proprietà, cioè d'infiammarsi parzialmente. Basta scorrere le sezioni VII e VIII del Vol. II per incontrarne varj esempi.

E qui avvertite, che io pocanzi ho trascelto l'esempio dello solfo, non per proporlo come una similitudine vaga e generale. No, anche in senso proprio, io ho l'aria infiammabile per una vera spezie di solfo; perchè secondo tutte le apparenze la non è altro che un composto d'acido e di flogisto. E senza cercarne troppo di lontano le prove: l'aria sprigionata dallo spirito di sale, la quale è un puro pretto vapor acido dotato d'una permanente forza di molla, e perciò vera aria, non diventa ella infiammabile, sol che tocchi o un metallo (il quale

(*) *Priestl.* Vol. I. Par. II. Sect. III.

per cosiffatto combagiamento si discioglie) n altro corpo abbondante di flogisto (*)? Par dunque cosa evidente che tale diventi solo pel flogisto con cui strettamente si combina a segno, che se dianzi assai di leggieri consentiva di incorporarsi coll' acqua, poscia ostinatamente ricusi di mescervisi; perchè è divenuta una spezie di solfo. Dell' aria infiammabile tratta dalle altre soluzioni metalliche negli acidi, non accade di pur fare parola. Riguardo a quella che si sviluppa dalle sostanze vegetabili ed animali colla distillazione, tutti i Chimici, e alla testa d'essi il gran Boerhaave vi metteranno sott' occhio l'acido vero che contengono. Ma se mai queste induzioni per essere dedotte da arie fattizie vi lasciassero nell' animo un menomo scrupolo, ne dedurrò una dalla costituzione dell' aria nostra atmosferica, e vi farò vedere impertanto che l' aria infiammabile non è poi altro che una maniera di solfo.

Voi avrete a quest' ora scorso tutto il secondo volume di Priestley sulle differenti sorti d' aria. Ditemi, in mezzo a tante decisive sperienze su i componenti dell' aria salubre, cioè *acido nitroso, o una modificazione di esso* (io amo meglio di chiamarlo *acido aereo*) *e terra*: vi resta tuttavia luogo a dubitare? Io certamente se dubitassi, non saprei rendere del mio dubitare ragione alcuna; tanto più che le considerazioni che vo facendo sulle molte

(*) *Priestl.* Vol. I. Part. I. Sect. IX.

spezie d'aria, e le loro diverse affezioni, mi rendono ognora più probabile la Teoria. Ciò posto non sarà difficile il concepire, che sottentrando il flogisto in luogo della terra, e questa *precipitandosi* dagli altri due principj, cioè dall' acido, e dal flogisto intimamente *combinati*, ne risulti il nostro *Solfo aereo*. Che questa non sia una mera supposizione, ce lo dee persuadere la leggerezza dell' aria infiammabile, il cui peso non monta all' ottava parte di quello dell' aria comune: il. che egregiamente spiegasi, ripetendolo dalla *precipitazione* della terra, elemento più d' ogn' altro pesante; la quale precipitazione ci viene pure messa sott' occhio da quella pellicola che formasi sull' acqua stata per alcun tempo esposta all' aria infiammabile. E a questo proposito non posso restar di farvi riflettere a ciò che avrete le mille volte osservato, cioè che le acque stagnanti e paludose sono per l' ordinario ricoperte d' un velo o d' una pellicola giallo-rossiccia simile in gran parte alla residenza o posatura fatta dall' aria infiammabile. Che dunque andar più altro ricercando? Su via, diciamo pure che le bollicine d' aria infiammabile, le quali dal fondo si spiccano, e salgono al filo dell' acqua, ivi si svestono d' un avanzo di terra, che sebbene scossa in gran parte e sloggiata dal flogisto, era rimasa tuttavia sospesa e ondeggiante.

Or come avviene, mi si dirà, che l' aria semplicemente flogisticata, sebbene alquanto più leggera della comune, sia però di gran lunga meno leggere dell' infiammabile? Richiamatevi ciò che ho detto

più sopra, che il flogisto non si vuol dire intimamente combinato con questa spezie d'aria, ma soltanto ad essa coerente, o al più disciolto, come sa-rebbe un sale nell' acqua. È sparso, io diceva, e seminato per l'aria, quasi lasciato nudo dalle particelle aeree. Il flogisto adunque non ha estruso la terra, se non in picciolissima porzione, per combinarsi esso coll'acido; la dose maggiore del flogisto è soltanto sopraggiunta, e accompagnata, non legata stretto colle particelle aeree *integranti*, cioè colle particelle composte d'acido e di terra; e per conseguente il peso dell'aria non n'è rimaso che ben di poco scemato.

Ma ond'è, che il flogisto ora semplicemente s'accompagni colle particelle dell'aria, intatti quasi lasciandone gli ingredienti, ed ora si insinui in esse in modo di legarsi strettissimamente coll'acido e di scacciarne affatto la terra? A me non si para dinanzi altra ragione, fuor che l'intensione e il vigore del *processo flogisticante*, o la circostanza favorevole in cui tale vigore viene impiegato. Opera il flogisto sopra l'aria nell'atto medesimo che questa viene prodotta, cioè allora allora che se ne combinano i principj? Ecco la circostanza favorevolissima alla formazione del nostro *Solfo aereo*, o sia circostanza opportuna, perchè il flogisto possa legarsi coll'acido, con cui la terra non si è per anco combinata, o almeno non del tutto nè assai addentro sì, che esso non possa introdursi e preoccuparne il posto. Opera il *processo flogisticante* sopra una massa d'aria già bell'e formata, ma opera in modo forzoso

e violento? Non resterà in tal caso pure il flogisto di precipitare tanta terra, quanta se ne richiede, sottentrandovi esso, e combinandosi coll' acido: cioè succederà un vero tramutamento in aria infiammabile. Al primo modo, io m' imagino che succeda la cosa, mentre viene prodotta l' aria infiammabile per mezzo delle soluzioni metalliche in un acido, o della distillazione delle sostanze vegetabili ed animali. Il secondo modo poi ha luogo allorquando si spinge assai oltre alcuno de' *processi flogisticanti*, i quali dentro i confini della maniera e della misura comune, non fanno che viziar l' aria e renderla soffocante; ma se divengono, per modo di dire, *prepotenti*, la volgono in infiammabile; il che pare che ci somministri una compiutissima prova della nostra ipotesi.

Uno de' principali processi flogisticanti è la calcinazione de' metalli, la quale se vien fatta nell' aria chiusa, questa diventa inetta a conservare la fiamma e ad essere respirata: in una parola, è aria in sommo grado *flogisticata*, e nulla più. Vi sarebbe per avventura modo di generare aria infiammabile col medesimo processo? Sì, il Dr. Priestley ne è venuto a segno, (*) ed ha cavato di cotest' aria dalla limatura di ferro, e da altri metalli, straziandoli, dirò così, e sviscerandoli col fuoco d' una gran lente ustoria non nell' aria chiusa, ma rinserrati nel

(*) Esper. and observ. Vol. II. Sect. V.

vuoto, ovvero in vasi tutto pieni di mercurio (*). L'aria nitrosa è, secondo il medesimo Scrittore, e in ciò convengono tutti, carica di flogisto. Secondo me n'è carica, non tanto al modo di quella che ha il nome di flogisticata, ma s' accosta assai da vicino all' aria infiammabile, in quanto che il flogisto onde è pregna, vi è combinato per metà, come ho già detto più sopra. Ora, una pasta formata di limatura di ferro, d'acqua, e di zolfo flogistica quest' aria vieppiù, o sia vi porta il flogisto più addentro? ed eccola resa infiammabile. La putrefazione delle sostanze vegetabili e animali procedendo naturalmente e fino a un certo segno, rende l'aria non più che flogisticata. Eppure queste medesime sostanze o per mezzo della distillazione, o eziandio col solo promovere la putrefazione per un grado alquanto intenso di calore, producono aria infiammabile. Che più? Con un calor non maggiore di quello d'una mediocre temperie, non ho io veduto che la putrefazione de' vegetabili sott' acqua, unicamente per essere co-

(*) Mi si chiederà senza fallo, ov'è l'acido in questi metalli per formarne il preteso solfo aereo? Io penso, che i metalli imperfetti, siccome quelli che sono sottoposti a venir intaccati dall' azione combinata dell' aria e dell' acqua, non si trovino mai affatto privi d'acido o da cui aria o d'altronde imbevuto. Sia pure quest' acido mascherato, insensibile, pochissimo, che tanto basta per la leggier dose d'aria infiammabile, che in tal foggia, col solo calore, e senza il soccorso di altr' acido, se ne genera.

tanto avanzata, fino cioè all' intero scomponimento, e ad averli ridotti in terra, genera aria infiammabilissima?

Ma venghiamo all' analisi di sperienze più particolari, e più decisive. Le effusioni flogistiche del fegato di zolfo, da prima conducono l' aria allo stato di spegnere la fiamma; quindi coll' incalzar vieppiù a segno di penetrarvi più intimamente, la rendono infiammabile, come ha provato il Signor Beaumé (1). Tanto ho io recentemente trovato accadere nel fosforo d' orina. Il più delle volte l' aria, con cui era stato lunga pezza rinchiuso, spegnea tostamente il lume; alcuna fiata però ha dato segno d' infiammabilità, avvegnachè debolissima. Mi provo ora di fare lo stesso col fosforo di Bologna, il quale flogistica l' aria, e ne scema il volume in modo insigne, e ad occhi veggenti, che è pure un grazioso spettacolo; (2) e io certo non dispero che col metter in opera a larga mano cotesto fosforo, e col tenerlo lungamente rinchiuso dentro d' una piccola massa d' aria, io non sia per trovarla finalmente infiammabile. Se mi spedirete una buona dose di quello di Canton fabbricato dal

(1) Lavoisier Opus. Phys. et Chim.

(2) Siccome lo scemamento d' un aria qualunque è proporzionato alla maggiore, o minore *respirabilità* di essa aria; così le prove fatte col fosforo di Bologna potrebbero in qualche modo suggerire l' idea di un nuovo *Eudiometro*.

nostro comune amico Canonico Fromond, vorrò pure metterlo a cimento, e forse con maggior successo.

Tutte queste sperienze concorrono a provare il mio intendimento, o almeno a far vedere che i limiti dell' aria meramente flogisticata, e dell' infiammabile sono lontani uno dall' altro d' un tratto ben corto. Il regresso dell' aria infiammabile allo stato di aria flogisticata, e quindi a quello di salubre, che è il passaggio più ordinario, sebbene talvolta sia riuscito al Sig. Priestley di trovare l' aria infiammabile ridotta ad esser salubre prima di provarla soffocante; questo regresso, io dico, allo stato di flogisticata, a cui soggiace mediante una lunga agitazione nell' acqua, è un novello argomento, e forse più degli altri convincente dell' allegata contiguità, avvegnachè l' ipotesi nostra dell' intima combinazione, o sia del *solfo aereo* sembri, a prima giunta, starci a disagio. Come mai l' acqua scompone questo solfo aereo, lasciando però il flogisto mezzo sviluppato, onde l' aria non sia più infiammabile, ma soltanto soffocante? Pare che nella Ipotesi mia Primogenita dell' aria infiammabile considerata come sazïata di flogisto colla sopraggiunta d' altro flogisto sviluppato, la spiegazione sarebbe assai più facile e naturale, pure non mi regge il cuore di abbandonare questa di fresco nata; e non perdendola di vista, medito, anzi già veggo il modo di conciliare i fenomeni prodotti dall' agitare l' aria infiammabile nell' ac-

qua (*). Se mi accingessi all' impresa, la lettera già assai lunga, e tutta da cima a fondo zeppa di

(*) In varie conferenze tenute a questi giorni sopra coll' amico, gli ho comunicato le mie idee intorno a ciò, le quali essendo a lui sembrate assai probabili, e perciò non indegne di venir proposte al pubblico, non voglio lasciar fuggire l' occasione opportuna di accennarle brevemente. Io reputo adunque, che col diguazzare l' aria infiammabile nell' acqua, questa primamente rompendo il vincolo, onde stretti sono insieme l' acido e il flogisto del *Solfo aereo*, incominci dall' assorbire parte dell' acido slegata, lasciando addietro il flogisto, col quale l' acqua ha nessuna o certamente minore *affinità* che coll' acido. Il flogisto così sviluppato e posto quasi a nudo in quell' aria, la rende simile alla flogisticata, cioè soffocante, che rende un odor grave ec. Continuando l' azione del diguazzare, anche questo flogisto passa nell' acqua; e dell' aria stanza infiammabile non ne rimanendo addietro che intorno a una quarta parte, come ha trovato Priestley (Vol. I. Sect. of inflam. Air) e resa omai salubre, è cosa assai credibile che tale renduo sia un impasto di terra e d' acido, come lo è l' aria comune, poichè io suppongo che una porzione di terra trovisi sempre unita a qualunque aria infiammabile quanto si voglia pura, nè esser mestieri che il flogisto l' abbia tutta tutta esclusa, allora che si è legato coll' acido a formare quello che dicesi *Solfo aereo*. La spiegazione, avvegnachè assai probabile, è tuttavia non poco lontana dall' evidenza che acquisterebbe, s' io potessi dimostrare la presenza dell' acido nell' acqua che ha servito a spogliar l' aria della sua infiammabilità, lasciandola flogisticata. Ma come mai lusingarsi di render sensibile una scarsissima dose d' acido allungato in tant' acqua, quanta se ne richiede a far succedere il tramutamento d' una picciola quantità d' aria infiammabile?

Teorica, diverrebbe insopportabile. Debbo anzi chiedere che vogliate avermi per iscusato del restante in grazia di un mediocre numero di fatti, e di alcun nuovo ritrovamento che vi sarà venuto sott' occhio.

Non posso però, prima di levar la mano dal foglio, non rivolgere il pensiero al soggetto principale della nostr' aria infiammabile delle Paludi. Basterà, per mio avviso, a far isvanire le prime maraviglie nate per tale inaspettata qualità di cotest' aria, e a renderne una soddisfacente spiegazione, il porre mente alla putrefazione delle varie materie vegetali ed animali portata a tant' alto segno pel loro lungo stagnare sott' acqua, che l' aria non pur caricarsi a ribocco di flogisto, ma dee impaniarsi con esso, e strignervisi co' più tenaci vincoli, e abbandonare perciò la terra con cui era dianzi accoppiata, se pur vi era; perchè io sono d' avviso che l' aria non esistesse già bella e fatta, ma si generi e si formi tutta novamente nell' atto dell' ultimo disfacimento di quelle sostanze, allora cioè che il corpo vegetabile o animale scioglies affatto in terra. Dopo che tutta *l' aria fissa*, e quindi anche *l' effluvio putrido* sonosi già dissipati, dee rimanere e gran parte del flogisto, che non ha potuto svaporare, perchè coll' acqua difficilmente si unisce, e tanto pur di acido da formarsene un nuovo composto di puro *solfo aereo* che sarà la nostr' aria infiammabile, la quale viene per lo più snidata appunto da terre di simil fatta. La verità di questa spiegazione diverrà evidente allorchè met-

tendo e bello studio in mecero diverse sostenze in vesi pieni d'ecqua rimbocceti in un becino pur pieno d'ecque, serò giunto ed ottenere gradetamente aria in amendue gli stati, cioè prime flogisticeta, e poscia infiammebile. A cosiffatte sperienze ba ora de' giorni ben pochi che ho posto mano. Ma, Amico, non vi esercitete voi pure in simili ricerche? Quale n'è l'esito? Compiacetevi di comunicarlo al vostro effezionetissimo ec.

LETTERA QUARTA

Como, li 18 Dicembre, 1776.

Saepe etiam stellas, vento impendente, videbis
Praecipites coelo labi, noctisque per umbram
Flammarum longos a tergo albescere tractus.
VIRG. Georg. I. 365.

Quàm multa fieri non posse, priusquam sint facta judicantur!
PLIN. L. VII. C. I.

Se voi siete assai più delle sperienze e de' fatti amico che della Teorica, come ragion vuole che lo sia chiunque nello studiare le maravigliose opere della Natura mira a nessun altro fine che a quello di venir in cognizione della verità, poca speranza io porto che siate per sapermi alcun grado della lettera precedente. La ho incominciata con una congettura, e passando da una ad un'altra, ho mostrato di tenere in troppo più leggier conto, di quello in che vuolsi averli, i varj fatti, che sparsi qua e là, nè in picciol numero, vi saranno venuti sott'occhio. Non guari però dopo commesso il fallo, ho seriamente pensato ad emendarlo con mettere tosto a cimento alcune mie idee. L'esito è

stato di gran lunga più avventuroso che non mi sarei aspettato. Ed ecco riparato in gran parte l' errore con comparire in iscena con una caraffa piena d' aria nella mano destra, e colla sinistra in atto di mettere in moto la macchina elettrica. Apparecchiatevi dunque ad udirmi parlare di fatti, e fatti nuovi, ben più che di congetture. Ho detto ben più, perchè se a voi di leggieri consento la libertà di valutare le mie ipotesi non pure per ciò che valgono intrinsecamente, ma per quanto vi piace di stimarle, a buon diritto dovete accordarmi la permessione di avventurarne alcuna, così di soppiatto, e di passaggio, eziandio in questa lettera.

Mi venne talento di pigliar prova, se per mezzo del solo fuoco elettrico succedea di far avvampare l' aria infiammabile. I primi saggi, a dir vero, non riuscirono a così lieto fine, che la speranza da me conceputa ne fosse gran fatto lusingata, ma pur una volta giunsi a dar nel segno. Voi vi darete tosto a credere, che a ciò sarà stato d' uopo d' un' elettricità vigorosissima, quale il più delle volte si richiede, perchè si accendano lo spirito di vino, e gli olj, eh? No, non vi apponete al vero. Non si ricerca altro che una mediocre dose di destrezza, segnatamente per infiammare l' aria delle Paludi, sulla quale l' esperimento non viene ad effetto se non se in certe combinazioni. Quanto all' aria tratta dai metalli per via di scioglierli in un liquore acido, si ottiene l' intento troppo più agevolmente che persona non crederebbe. Io non fo che presentare la

bocca d'una caraffa piena di quest'aria allò *Scudo* alzato d'un *Elettroforo* grande. La scintilla, e talvolta pure il solo fiocco che spunta sul labbro del vaso (il quale avvegnachè di vetro, ciò non ostante per essere o umido o bagnato, attrae bastantemente il fuoco elettrico) mette quell'aria in fiamma, e a più riprese, e con iscoppj alternati, appunto come sarebbe avvenuto, se io v'avessi appressato interrottamente la fiamma d'una candela. Ma perchè adoperando in cosiffatta guisa avviene più volte che non s'appiglj fuoco all'aria, per più sicuramente riuscirvi, ho pensato d'incamiciare internamente la caraffa, la quale vuol essere di bocca anzi ampia che stretta, e di adattarvi un grosso filo di ferro, di cui ub capo tocchi il fondo, o l'armatura interiore, e l'altro mediocremente ottuso, o terminante in palla stia sotto per poco all'orlo. Disposte per tal modo le cose, se io la presento al conduttore, il fiocco, o la scintilla spiccando con più d'empito e di vigore, falla hen rade volte d'infiammare l'aria. Tal fiata succede, è vero, che uno, due, e ben tre colpi scoccati contro il labbro del vaso, o il filo di ferro ond'è armato, non bastino tuttavia a destare la fiamma, che poi viene fuori, e si con iscoppio, sol che gli si accosti un dito, per virtù della piccola scarica del vetro elettrizzato, la quale si fa sentire dal dito con una leggiere puntura. Se l'esperimento è diffatti, come a me pare che sia, non poco grazioso, è ciò non pertanto vinto d'assai in eleganza dal fenomeno che appare, ove io avvicini al conduttore elettrizzato il beccuccio

del sifone innestato nel collo d'una caraffa, in cui bolle furiosamente l'acido vitriolico intriso con limatura di ferro. Le scintille elettriche dardeggiate dal *conduttore*, e talora il solo fiocco, o la stelletta appiccano fuoco all'aria che zampilla dal beccuccio, e la fiamma appresavisi una volta, dura a balenare e consuma il novello pascolo che a mano a mano va incessantemente sgorgando. Se nell'atto che la fiamma più vivamente avvampa, io la soffoco turando col polpastrello d'un dito l'orificio del tubo, e indi a non molto rimuovo il dito, avviene sovente ch'ella di bel nuovo, e come d'improvviso da per se stessa si raccenda, e ciò a varie riprese, secondo che si alterna il chiudere e l'aprire la bocca del tubo. Lo stesso spettacolo puossi, mediante un total poco di destrezza, far nascere, e a certi riguardi con più vantaggio, mungendo, per così dire, l'aria infiammabile da una vescica che ne sia piena, e nella cui bocca sia stato inserito un cannello. La facilità con cui s'accende per mezzo della scintilla elettrica l'aria infiammabile de' metalli, mi ha aperto il campo, variando in cento maniere l'esperimento, ad ottenere effetti sempre varj, e talora strani, nè dubito punto che ottener non se ne possano di assai più curiosi. Ma la mia aria infiammabile delle Paludi essendo assai più restia e pigra ad infiammarsi, come già ho altrove accennato, rade volte m'è venuto fatto di farla avvampare senza ricorrere a certi artificj, o senza servirmi d'un particolare apparato. Ecco il più semplice, e insieme quello che ben poche volte mi ha mancato. Dal

gran conduttore d'una macchina elettrica comune sporge un filo d'ottone che va a finire in una pallottola; un' altra simile palla annessa pure ad un filo metallico, che comunica col terreno, giace in qualche distanza dalla prima, ma più sotto per la lunghezza di un buon pollice. I due fili sono ripiegati in maniera che le palle possano entrare nella bocca d'una giarra assai alta, e larga due pollici, ma senza toccarne il labbro. Quando la macchina è in azione, e le scintille scoccano da una palla all'altra, convien presentare la bocca della giarra piena d'aria infiammabile e ricevervi dentro le due palle, così che le scintille striscino, per modo di dire, da un punto del labbro all'altro che gli sta di contro, e giusto ove una delle due palle è alquanto più immersa che l'altra dentro della bocca.

Tutte queste sperienze, a cui ho dato mano pochi giorni addietro, e che ho divisato di continuare e variare in più altre forme, mi si pararono da prima alla mente in conseguenza della congettura propostavi in una delle lettere precedenti, là ove ho toccato di volo l'origine e la natura de' *Fuochi fatui* considerati come una sola e istessa cosa coll'aria infiammabile spremuta da' terreni paludosi: congettura se non inverisimile, certamente allora poco più che probabile, conciossiachè sconosciuta fosse per anco la cagione del loro accendersi. E se fin da quel tempo non mi dispiacque l'Ipotesi, avuto solo riguardo alla smisurata copia d'aria infiammabile, che incontrasi ovunque l'acqua abbia per alcun tratto di tempo impaludato (e in cotali

luoghi l'aria scaturisce anche spontaneamente), quanto non mi dovrà piacere ora che avendo discoperto nell'Elettricità una cagione tutta naturale del suo infiammamento, non manca più nulla a rendere compiuta ragione del fenomeno?

Dite, potea l'Elettricità atmosferica venire più opportunamente all'uopo nostro? desse che non pure in tempo di procella, o d'aria turbata e nuvolosa, ma a Ciel sereno e tranquillo domina costantemente, e procede con quel giornaliero regolare periodo, che il celebre P. Beccaria, dopo lunghe accuratissime osservazioni ha scoperto, e ci descrive in un suo Opuscolo intitolato: *Dell' Elettricità terrestre-atmosferica a Ciel sereno* 1775. In questo periodo egli dimostra, come la guazza ne adduce ognora maggior grado di elettricità: il che conviene appunto coll'apparire de' fuochi di cui si ragiona.

Ma ove sono elleno, parmi d'udirvi dire, le vampe o almeno le vive scintille che questa Elettricità sparge e diffonde, perchè possa venir riputata idonea ad accender l'aria infiammabile? Chi mai può attestare d'averle vedute? Più d'uno, io ripiglio, le ha vedute. Le *stelle cadenti*, cui il surriferito Autore, in una recente lettera diretta al Sig. Le-Roy (*), s'argomenta di dimostrare provenienti dal fuoco elettrico della rugiada, une delle quali, già tempo, gli venne veduta lanciarsi

---

(*) *Scelta d' Opuscoli interessanti*. Vol. XXI.

e finire nel *Cervo volante*, e un' altra non dissimile farsi incontro a lui seduto sull' erba, e scesa fino rasente il suolo spiegarsi, e sparire lampeggiando, mentre nel giardin vicino fu osservata balenare e raggiare ancor più vivamente, e i rigagnoli onde quello era inaffiato (*) scintillaron tutti ad

(*) Alle 8 ore, e 30 del dì 28 di Settembre 1756 dopo molti tentativi mi è riuscito di far salire tra 'l buio della notte il cervo volante a grande altezza; e tostamente un lampo inopinato, non molto ampio nè molto veloce si scagliò dalla parte di levante verso il capo del cervo volante, che dal vento era spinto verso tramontana. Nella velocità, come io diceva, non mi parve, che avesse il moto subitaneo del lampo; giacchè potei discernere il luogo, da cui veniva, e il termine, nel quale si smarrì; cioè vidi che illuminò il cervo volante e massime nell' angolo orientale, e quella luce non passò oltre; neppure mi sembrò, che esso, come sogliono i lampi, si spiegasse assai ampiamente; aveva alcuna cosa della tardità, e della strettezza delle stelle cadenti.

Queste qualità, principalmente l' essersi esso diretto, e smarrito nel cervo volante, me gli fecero attribuire l' indole del fuoco elettrico; per mala sorte io non aveva per anche isolata la cordicella, il che forse avrebbe potuto soddisfare ad alcuna parte della mia curiosità, e il vento poco dopo mancò, sicchè fui obbligato a raccorre la cordicella.

L' accidente del lampo mi richiamò a memoria una osservazione, in cui fortuitamente mi era avvenuto sulla fine di Agosto del 1753, mentre godeva la villeggiatura del nobile e dotto Abb. Monticelli nella campagna di S. Firmino lontana da Saluzzo due miglia circa. Una sera, una buon' era dopo tramontato il Sole, ne stavamo amendue

un tratto, e tant' altri fuochi della stessa o di non gran fatto dissimile natura corsi agli occhi in varj tempi e luoghi a diverse persone, ne fanno poco men che sicuri, che l' Elettricità atmosferica giugne talvolta a sfavillare in questa nostra più bassa regione. Quale maraviglia pertanto, se quivi s' avvenga alcuna fiata in una massa d' aria infiammabile bell' e preparata a l' accenda? Siccome però rade sono queste stelle cadenti, o scintille elettriche strisciranti fino a terra, così non già sovente, ma anzi più di rado avverrà che veggansi i fuochi fatui.

---

a sedere sul ciglio di un prato, quando inopinatamente vedemmo una verissima stella cadente a discorrere il cielo da ponente, e dirigersi verso noi. Ne volgemmo l' una verso l'altro per avvisarne di quell' accidente; ma appena ebbimo formata parola, che ammutolimmo amendue sopraffatti dallo strano inaspettatissimo fine dell' accidente medesima. La stella cadente giunta a certa non grande distanza dal luogo, ove sedevamo (perciocchè mi sovvengo, che io la vidi a farsi viepiù grande, ed a scagliarsi con alcuna obbliquità verso di noi) scomparve; ma nello stesso indiscernibile istante ne vedemma e il viso e le mani, e le vestimenta nostre, e il terreno, ed alcuni oggetti vicini illuminati da un subitano ampissimo innocente lampo, a cui non succedette nessunissimo rumore. Stavamo per anco amendue sospesi per quello strano caso, quando uscì dal non lontano giardino un servo, che ne addimandò se avevamo veduto nulla, che egli aveva veduto una rapida luce a splendere sul terreno del giardino, e massimamente su i rigagnoli d' acqua, che egli stava dirigendo per inaffiarlo. *Dell' Elettricismo terresti e atmosferico*. 1757. pag. 110.

Ma i fuochi fatui durano alcune volte assai tempo fissi in un luogo. Che perciò? Interverrà quello che si è veduto occorrere nello sperimento del cannello e della vescica, dureranno cioè ad ardere, finchè nuova aria infiammabile sfumi da terra nel luogo medesimo. Nè mi si domandi qual sia la cagione, che faccia schizzare cotest' aria. Molte esser possono, ed è facile a chicchessia l'imaginarne a sua posta di verisimili. Quando poi (e questo sarà il caso più comune) i *Fuochi fatui* appajono lambenti, e qua e là saltellanti, per darvene la spiegazione, v'invito al mio sperimento di solcare e forracchiare qualche terreno ricco d'aria infiammabile, e tosto presentarvi una sola volta un candelino acceso; e ne rimarrete pago.

Altre particolarità sull' indole de' *Fuochi fatui*, e le minute circostanze onde vengono accompagnati, voi mi dite, ed io troppo chiaramente lo veggo, dovrebbero quì chiamarsi ad un rigoroso esame; ma egli è assai facile ch' altri sia più in istato di addossarsi tale impresa, ch' io nol sono, perchè non mi venner veduti mai nè da vicino nè da lontano fuochi di tal natura, e ora non posso se non parlare di quelli che io stesso ho alla mia maniera artificiosamente eccitati ed accesi. Aspetteremo pertanto che molte osservazioni fatte con diligenza, ajutate dalle cognizioni presenti, e combinate colle nuove viste che ora osiamo di proporre, confermino o veramente distruggano le nostre idee.

Sono ec.

LETTERA QUINTA

Como, li 8 Gennajo, 1777.

Tu mihi da tenues aures animumque sagacem;
Ne fieri negites, quae dicam, posse, retròque
Vera repulsanti discedas pectore dicta,
Tu temet in culpâ cùm sis, ne cernere possis.
Lucr. IV. 910.

Sembrerà per avventura ad alcuni, che l'Ipotesi da me proposta nella lettera antecedente intorno ai *Fuochi fatui*, ed appoggiata a non poche esperienze, conceda un nuovo dominio all'Elettricità. Ad altri parrà all'incontro che lungi dall'amplificarsi la sterminata giurisdizione della Potenza Elettrica, se ne vengano per questa nostra scoperta, anzi a ristrignere non poco i confini. Così, senza meno, crederà, e se ne dolerà forte, e ne menerà romore, chi rendutosi non pure servidore umilissimo, ma schiavo in catene di quella dominante, vorrebbe che ogni favilla, ogni vapore acceso, ogni fuoco, ogni fiamma, ogni incendio, fosse mera pretta Elettricità. Ma, secondo me, se una mezzanità, e un sistema d'alleanza e d'equilibrio vuolsi anteporre ad ogni altro sistema, ezian-

dio nelle cose fisiche; la nostra sentenza, che collega a far operare di concerto due forze salite, a nostri dì, in tanta fama e possanza, cioè il Regno dell' *Elettricità*, e quello delle *Arie Mofetiche*, dovrebbe meritarsi i suffragj concordi, e la comune approvazione de' Saggi. Lascio imaginarlo a voi ciò, che ne avverrebbe poscia, se osassimo d' invadere qualche altra Provincia dell' Elettricità. Se dicessimo per atto d' esempio, che i Vulcani, e i tremuoti sono pure effetti dell' aria infiammabile raccolta nelle cave sotterranee, e mescolata coll' aria comune in tal dose d' ardere e scoppiare in un colpo, per lungo tratto di paese: che le Aurore Boreali figlie sono dell' aria infiammabile congregata nella Regione superiore dell' Atmosfera, la quale aria infiammabile a tanta altezza appunto, e in tanta copia debbe colassù esser montata a formar quasi un oceano, atteso lo sgorgo incessante che succede di essa aria da tutta quanto è ampia la terra e l' acqua, e attesa l' estrema sua leggerezza: che, mercè cotal leggerezza, avviene che in gran parte quest' aria giù trascorra alle regioni polari, sospinta ed incalzata dalla forza centrifuga dell' aria atmosferica. Se, per ultimo, togliessimo di mano all' Elettricità fino ai lampi, dando questi in balìa dell' aria infiammabile, e lasciando all' altra la meschina funzione di accenderli colla scintilla folgorante delle nubi, sostenendo la proposizione col dire, che si distingue il più delle volte chiarissimamente la folgore lucidissima e guizzante (vera scintilla elettrica) dal lampo men vivo e cheto che

si diffonde per un prodigioso tratto d'estensione? Ecco a chi volesse ribellare dagli stendardi dell'Elettricità, che vasto campo s'aprirebbe di congetture e di viste! A me però, che ne sono stato infino ad ora coltivatore zelante, troppo male sta di congiurare contro di lei, e di metter io quistione, per qualsivoglia modo, i suoi antichi possessi. Già mi pento di aver osato di pronunziare, sebben di fuga, alcun tratto che va a ferir di fronte, dirello coll' espressione del Sig. Kinnersley (*), l'Ortodossia Elettrica. Non meno poi mi pento d'aver infino ad ora trattenuto voi, cui, la sobrietà, e non la vana gonfiezza delle Ipotesi diletta, con idee tutte fantastiche ed eteroclite. Voltiamo vela, e seguitiamo il corso delle sperienze e de' fatti.

Se quando trovai da prima l'aria infiammabile nativa in tanta copia, e pressochè ad ogni passo, tosto dovetti comprendere che non tutte le fonti e le cagioni, ond'essa viene dalla natura generata, erano state per l'addietro scoperte, poichè la più universale, quella ce ne fornisce a dismisura, voglio dire, l'impaludar delle acque, e il macerarsi, e il corrompersi in esse de' vegetabili e degli animali, io non la trovava tampoco fra le altre annoverata (**): Se, dico, comprender dovetti, che as-

(*) *Franklin's Worcks*. Lett. XXXII. pag. 387.

(**) Checchè siasi detto da alcuni o male istrutti o invidiosi per togliere a me il pregio della scoperta, predicandola un ritrovamento già nota e descritto in Opere

sai rimaneva a sapersi e a tentare intorno all' origine varia delle arie infiammabili: quando poi con

---

oltramontane; egli è certo però, che nè il Sig. *Pringle* nel suo Discorso sulle Arie, letto alla Società Reale, li 30 Novembre 1773 (vedi il Vol. II. della Scelta d' Opusc. interess.) in cui prima di riferire le nuove sperienze del Dr. Priestley, tesse una breve, ma esatta storia delle scoperte fatte fino a quel tempo; nè Mr. Lavoisier nel suo *Saggio Storico sopra le emanazioni elastiche* (vedi Opusc. Phys. et Chym. Vol. I. 1774) assai più esteso e minuto intorno alle medesime scoperte, e agli autori di esse; nè finalmente il Dr. Priestley, il quale gli ha tutti di lunga mano sorpassati, nell' Opera sua maravigliosa compresa in due volumi (Experiments and Observations on different kinds of Air. Vol. I. 1774 - Vol. II. 1775) hanno parlato mai d' aria infiammabile generata da vegetabili o da animali corrotti sott' acqua, e che si snida agevolmente dal letto di ogni fosso, o stagno. Questi autori, ed altri, a dir vero, hanno parlato delle arie infiammabili *native*, o per usar l' elegante espressione del Sig. Pringle, *fatture della Natura*, ma hanno riconosciuta la produzione di esse unicamente da' minerali, imperciocchè avevano rinvenuta l' aria infiammabile stanziante d' ordinario nelle cave di carbon fossile, e nelle miniere di Sal-gemma. Egli si scorge ancora da altre particolari e recenti descrizioni di alcune acque, la cui superficie con universale altissima maraviglia si fa talora vedere coperta di fiamme, e dalle quali descrizioni appare che la viva sorgente d' aria infiammabile era stata o sospettata (vedi la Lettera del Sig. Dr. Franklin da noi riportata alla pag. 14), o avverata col raccogliere di cotal aria, ed appiccarle fuoco lungi dalla sorgente medesima (vedi il passo ivi pure inserito del Ch. Sig. Dr. Targioni); si scorge, dico, che in ogni caso presumevasi

un esito assai più felice che aspettato giunsi ad accendere l'aria infiammabile colla sola scintilla

---

l'aria infiammabile provenuta da vigorosa azione di fuoco, da acidi e metalli, insomma da minerali. In fine chiunque ne ha scritto e parlato, era tanto lontano dall' attribuirla al disfacimento e alla putrefazione delle sostanze vegetabili o animali, quanto dall' idearsi che cotale aria infiammabile sviluppar si potesse, e raccogliere da ogni letto d' acqua pantanoso. Il soprallegato Sig. Dr Targioni, così infatti mi scrive (Firenze 16 Dicembre 1776). » Ho provato sommo piacere in restare informato della facilità, » con la quale Ella ha potuto senze artificiosi meccanismi » ottenere dai terreni paludosi aria infiammabile, non aven- » do io finora potuto averne se non che con i metodi Prie- » stleyani, e con raccogliere quel fluido elastico che si » sprigiona da un' acqua minerale di un luogo detto *Ba-* » *gnolino* poco distante da Firenze: come già accennai » nel vol. I della mia Raccolta ec. »

Lo stesso Dr. Priestley in una lettera al Sig. Pringle (Op. cit. Vol. I. part. II. Observations on Air from putrid Marshes, pag. 198) avendo invincibilmente provata l' insalubrità, massimamente dell' aria che s' alzava in forma di bolle dall' acqua corrottissima d' un truogolo, nè ci dice d' averla trovata infiammabile, nè sembra pur essergliene nato alcun sospetto. Egli avea bensì preso dubbio (ivi pag. seg.), che un' altr' aria, la quale gorgogliava copiosamente da una picciola polla d' acqua ne' contorni di Wakefield nell' Jorkshire, potesse esser infiammabile. Ma perchè? Per essere quel luogo, allora coperto dall' acqua, uno scavamento dianzi fatto colla mira di trarne dal carbone. Egli però venuto a farne la prova, trovò quell' aria raccolta in buona dose, mediante il sommovere con un bastone il fondo soffice, la trovò dico, punto o poco

elettrica, m' avvidi che assaissimo pure eravamo lontani dal conoscere tutti i modi, e tutte le ca-

---

diversa dalla comune: cosa veramente rara, che a lui sia avvenuto nel primo ed unico esperimento, ciò che avvenne a me una volta sola, dopo i cinquanta e i sessanta esperimenti, cioè di snidare e di raccoghere da un letto d'acqua una buona dose d'aria non solo non infiammabile, ma neppure flogisticata!

Ma è egli possibile, che non siasi mai più, d'indi in poi, dato a raccoghere e spiare, all'istesso intendimento, l'aria di tanti altri fossi, che pur avrebbe trovata senza dubbio infiammabile coll'appressarvi una candela accesa? esperimento facilissimo che lo avrebbe naturalmente guidato a riconoscere la corruzion vegetabile e animale per fonte ricchissimo d'aria infiammabile. Tant'è: troppo diverse eran le idee ch'egli si era fatto circa l'aria generata dalla putrefazione. Secondo lui, le sostanze vegetabili ed animali non mandavano aria infiammabile che mediante la distillazione eseguita con un calor violento: in ogni altro caso, l'aria prodotta era o fissa, o putrida flogisticata. L'articolo che si legge nell'opera di sopra citata (Vol. I. Sect. IV. pag. 82) basta esso solo ad informarci di ciò che egli sentiva intorno a questa materia, e del segno a cui erano giunte le sue sperienze. » Se un pezzo di carne di » bue o di montone, cruda o cotta pongasi vicino al fuo- » co, in guisa che il calore agguagli, o anzi superi quello » del sangue, nello spazio di uno o due giorni verrà gene- » rata una considerevole copia d'aria, una settima parte » di cui, ho generalmente trovato venir assorbita dall'acqua, » e il restante esser infiammabile; ma l'aria generata dai » vegetabili nelle medesime circostanze è pressochè tutta » aria *fissa, e nessuna porzione di essa è infiammabile*. Ho osservato ciò più e più volte, facendo tutto il processo

gioni e circostanze dell' infiammamento di cosiffatte arie. Da quel punto adunque in poi mi proposi

» nel mercurio . . . . . Una sostanza vegetabile, dopo essere » stata un giorno o due in queste circostanze, renderà a » un di presso tutta l'aria che se ne può estrarre in quel » grado di calore. » Dopo aver riferiti alcuni altri esperimenti non molto dissomiglianti dagli accennati, fatti col lasciar imputridire alcuni sorci in vasi pieni d'acqua e colla bocca pure immersa nell' acqua, conchiude che *l'Aria per tal modo generata spegne la fiamma, ed è fatale agli animali*.

Da tutto ciò risulta evidentemente (per dirlo un' altra volta), che Priestley, le cui esperienze, e i cui ritrovamenti segnatamente mi vengono opposti, era lontano assai assai dal conoscere quell' aria infiammabile, che è il prodotto della semplice putrefazione, e soprattutto de' vegetabili, senza il concorso di un intenso calore, come dall' imaginarsi che tanta ne stanziasse generalmente confusa e incorporata col fango delle paludi.

Eppure gli accidenti non molto rari di chiaviche e fogne abbandonate, di cisterne e sepolcri, in cui al calar un lume, in luogo di estinguersi, come il più delle volte accade, si vide anzi tutta l'aria andar in fiamma, pare che dovessero fargli nascere sospetto che l'aria infiammabile può aver origine anche dal solo natural corrompimento, portato però all' ultimo grado, e fino alla riduzione delle sostanze organiche in terra, secondo che ho accennato sul fine della terza lettera. La copia poi di cotal aria che cova sotto delle acque, e spesso ne sale al filo spontaneamente in forma di gallozzole, la facilità con cui in grandissima copia può venire snidata e raccolta, e i suoi tentativi finalmente incominciati sopra taluna di queste acque, di cui s' è fatto parola, doveano senza meno condurlo a di-

di ripetere fino alle più semplici e triviali sperienze propostemi su di tale oggetto, ora materialmente e scrupolosamente rifacendole, or variandone e modificandone a grado mio alcuna circostanza. Mi sovvenne fra le altre cose, che un carbone rovente non alluma l'aria infiammabile, ma anzi immerso in essa vi si estingue. E alla prova trovai che il fatto non istà altrimenti; notate bene però in quale circostanza, *quando il carbone non sia gagliardamente attizzato*: che se lo è, non così tosto vien presentato alla bocca della caraffa, che l'aria s'accende come se vi si fosse appressata una candela che arda. Voi mi direte, che il carbone fortemente attizzato col soffio (come io adoperai) debbe aver gettato qualche fiammella invisibile all'occhio, e quindi esser nato l'infiammamento dell'aria. Su via, perchè non vi nasca sospetto di fiamma, vi dirò che ho fatto lo sperimento con un ferro infocato candente, ma non per anco scintillante; e

scoprire cotesta universalissima origine dell'aria infiammabile. Io, a dir vero, non so finire di maravigliarmi, e a gran pena persuadere mi posso, che ella sia stato fino al dì d'oggi sconosciuta a quell'acuto instancabile Osservatore, non meno che a tanti altri, soprattutto dopo il fermento da alcuni anni in quà nato, e largamente propagatosi, di far esperienze sulle diverse spezie d'aria. Ma pur troppo frequenti sono gli esempi di scoperte ovvie e facili, a cui guidava un sentiero largo e diritto, e per far le quali non mancava che un passo, e ciò nulla ostante ritardate ad anni, a lustri, a secoli. Vedi *Melanges de Mr d'Alembert*. Vol. V. pag. 55.

l'aria? l'aria non restò d'infiammarsi e di scoppiare. Del resto, che il carbone acceso s'ammorsi nell'aria infiammabile, quando non giugne a farla avvampare, e quando pur giugne a tanto, si estingua sol che più addentro vi si immerga, non è cosa punto nuova o straordinaria, nè da farne gran caso, dopo che v'ho accennato nella prima Lettera, che la stessa candeletta, la quale infiamma l'aria sulla bocca della caraffa, calata al fondo vi si spegne.

Non prima mi venne veduto l'esito felice del carbone e del ferro rovente, che mi suggerì tosto di mettar l'aria infiammabile al cimento delle scintille cavate coll'acciajo dalla selce. Volete di più? Emmi riuscito non una, ma assai volte di mandarla in fiamma, col solo percuotere la pietra focaia col fucile, e destramente farne piovere le faville nella caraffa.

Ora fra le molte idee, che da questo sperimento mi sono nate in capo, e con cui avrei a trattenervi per assai lungo tempo, di due è non più voglio per ora farvi cenno. La prima e più importante si è quella che pocanzi comunicai per lettera al Sig. Dr. Priestley. » È egli vero (gli » ho scritto) ciò che intesi da taluno, esser pra- » tica costante in que' luoghi, in cui si scavano le » mine di carbon fossile, frequentissime nelle vo- » stre contrade, che per aver lume bastante all'o- » pera di tali scavamenti, si eccita una pioggia con- » tinuata di scintille col percuotere selci o piriti, » per mezzo d'una ruota d'acciajo, per timore

» d' un infiammamento e d' uno scoppio d' aria fa-
» tale, se si usassero candele o lucerne? Se la pra-
» tica è costante, io mi glorierò non poco di darvi
» in tanta lontananza, in quanta mi trovo da voi,
» per le sperienze da me fatte non ha gran tem-
» po, un avvertimento salutare, ed è, che coll' e-
» spediente accennato non si è mica al riparo
» d' ogni pericolo.

L' altra meno importante, ma pur assai curiosa, risguarda la costruzione d' una picciola bombarda od archibuso di nuova foggia, il quale caricato in luogo di polvere, *d' aria infiammabile* mescolata in giusta dose colla *deflogisticata*, potrebbe cacciare una palla con impeto e rimbombo, e accendersi per mezzo d' un acciarino, proprio come un archibuso comune. Voi ridete eh? Eppure chi sa che al primo abboccarci, io non sia in istato di mostrarvi un tal ingegno? Intanto vi so dire, che qualche scarica impetuosetta l ho già ottenuta senza l' ajuto dell' aria deflogisticata (è ben vero che ho usato la candela, e non il solo acciajuolo). Se il concorso dell' aria deflogisticata non può mancar di accrescere prodigiosamente la forza dello scoppio, e se quanto più l' aria è in istato di scoppiare con impeto e fracasso, tanto anche è più disposta ad infiammarsi (come a me par che sia per le esperienze già fatte) e ubbidisce di leggieri a un fomite minor della fiamma, cioè alla scintilla elettrica, al carbone attizzato, al ferro rovente, e finalmente alle faville della focaja; deggio io disperare di fabbricar un *moschetto a aria infiammabile*,

che faccia colpo al solo far iscoccare il cane; o non piuttosto applicarmi ad adattarvelo nel modo più acconcio e comodo, come l'hanno altre arme da fuoco? (*). Io voglio, Amico, che ne lasciate interamente a me la cura, e voi andate frattanto studiando un nome da darsi a quest' arme, più preciso ed elegante che non è quello di schioppo o pistola d'aria infiammabile. Si potrebbe chiamare Schioppo *Flogo-pneumatico*, ma questo termine pure non finisce di piacermi. E di simili inezie non più.

Ritornando ora ai varj modi di accender l'aria infiammabile, chi potea prevedere questo esito d'esperienze? e chi mai creduto avrebbe questa sostanza aerea sì di leggieri avvampante, dappoichè una viva fiamma parea da principio esser la sola cosa atta ad incendiarla? Venendoci detto che un carbone acceso tuffato in essa s'estingue: che le scintille elettriche attraversandola vi prendono un color porporino: che fino la polvere d'archibuso s'infiamma dentro di essa senza accenderla (**), poco mancava

---

(*) Per mezzo di alcuni grani di polvere posti nello scodellino e vicini al focone dell'archibuso, non potrebbe mancare di eccitarsi per la fiamma della polvere, quella eziandio dell'aria temperata in giusta dose nell'interno della canna. Ma io miro ad ottenere l'effetto e pronto e sicuro colla sola aria senza mischiarvi punto o poco di polvere.

(**) *Priestley* Exper. and Observ. Vol. I par. I Observations on inflammable Air. Par. II Miscellaneous Experiments etc.

che non venissimo indotti a considerarla, se non la più rest a delle sostanze infiammabili, almeno inferiore a moltissime altre in prontezza e virtù. Eppure non è così, perchè gli sperimenti da me fatti la mostrano infiammabile a un altissimo grado. Sì, io sostengo, che nè gli olj più puri, nè lo spirito di vino purissimo, nè l' etere, nè il solfo, nè la canfora, nè la polvere da fuoco pareggiano nella prontezza e facilità d' avvampare la nostra aria infiammabile. Vi pare strano e durate fatica a crederlo, non è così? Già v' intendo, vi siete preparato ad oppormi spezialmente il solfo, a cui con un atomo di carbone acceso si fa levar fiamma; e la polvere da cannone, che scoppia ad un tratto al tocco d'una scintilla, non è vero? E io prima vi risponderò, che l'aria infiammabile fa altrettanto, eccitata da una debole scintilla elettrica. Poscia vi chiederò la ragione, per cui simili scintille elettriche rese anche assai più intense non accendano nè lo zolfo, nè la polvere da schioppo (*), sostanze, secondo voi, più preste e facili ad accendersi, che non è l'aria infiammabile: offerendomi altronde a rendervi io ragione, perchè con un carboncello anche soltanto mediocremente attizzato succeda allo zolfo sì, all'aria no d' infiammarsi, tuttochè la seconda vantaggi,

(*) Non ignoro che colla scarica di molte e grandissime giare si arriva ad accendere la polvere, la canfora ec.; ma l'aria infiammabile, come si è detto, è così dilicata, che arde per qualunque scintilla ordinaria, la quale non giugnerebbe ad infiammare lo spirito di vino, o l'etere più puro,

com'io credo, di lunga mano il primo nell'attitudine a prender fuoco.

Venendo adunque colla considerazione più da vicino, e scendendo al particolare, incomincio dalle scintille acosse col focile, e vi fo osservare che queste accendono l'aria infiammabile e non il solfo. Il solfo dunque cede di non poco e si fa vedere da meno, perchè dimostra, che alcune scintillazza passaggiere non bastano ad accenderlo, e che a ciò si richiede l'azione d'un'esca almeno per un po' di tempo continuata, e crescente grado a grado. Non vedete, che infatti l'esca o il carboncello acceso dee star strettamente unito per qualche tratto di tempo al solfanello, prima che questo concepisca fiamma? e che prima di concepirla si fonde, si rigonfia e bolle appunto in quel luogo in cui riceve l'azione del fomite? Applicate pure a vostra posta tratto tratto al solfo, e incontanente da esso scostate il carbone; a meno che questo non sia bene attizzato, no che il solfanello non arderà mai. E quindi è appunto che non arde, nè prende fiamma per le scintille cavate dalla selce coll'acciarino, sebbene l'azione di queste sia per sè più viva, che non è quella d'una bragia non molto attizzata, a cagione che tale azione è momentanea. Nessuno poi, purchè sappia che le scintille più brillanti generate col percuotere la selce coll'acciajo, sono briccioli di metallo rovente, anzi fuso, mi negherà che debbano avere una forza per sè maggiore della bragia. Ora se all'aria infiammabile basta questa azione comechè momentanea, datevi dunque per vinto, e confessate

che è di sua natura più disposta all' accensione. Che se a farla avvampare non basta il vigore d' una bragia ardente mediocremente attizzata (perchè ove lo sia fortemente, abbiam veduto che non manca d' allumarsi) accagionar se ne dee la fluidità somma, ed espansibilità stragrande dell'aria stessa, onde avviene che le particelle di lei non prima abbiano toccato il carbone e siansi riscaldate, che pel diradamento, il quale necessariamente ne nasce, non si restino ivi a concepire maggior calore, ma via se ne fuggano, e lascian succeder altre in luogo loro, e quindi è che nessuna parte giunga a sentire e a concepire il grado di calore necessario all' accendimento: laddove a quella parte medesima dello zolfo (perchè troppo consistente) a cui da prima viene appiccato il fuoco, ad essa l' esca dura a stare strettamente congiunta, la cova, la fomenta, e riscalda gradatamente, finchè arriva al segno di far nascere la fiamma. In somma non è mancanza, nè durezza d' infiammabilità nell' aria, se essa non s' accende, perchè non vi si può applicar il carbone con quel vantaggio con cui si applica allo zolfo; ma è ben vero difetto o pigrizia di questo il non poter ardere al par di quella pel contatto passaggiero delle scintille estratte coll' acciajnolo.

Ma la polvere da fuoco avvampa e scoppia e romoreggia in men che non balena, solo che venga da una delle testè accennate scintille toccata anche di passaggio. Che perciò? s' infiamma forse al par dell' aria per una favillnzza elettrica? No certamente. Ora quale delle due spezie di scintille crederemo

noi che sia più attiva ad infiammare? Mi si dirà senza dubbio quella dell' acciarino, testimonio l'accensione appunto della polvere, che s' ottiene infallantemente per questo mezzo, e non mai, o a grandissimo stento colla macchina elettrica. Adagio: io decido tuttavia a favore della scintilla elettrica; e sta per me l' accensione dell'aria, che s' infiamma assai più agevolmente con questa, che con quelle della pietra focaja. Per comporre adunque la lite diremo, che la scintilla elettrica è più viva, come ce lo accenna il fulgore di essa; ma più momentanea, di che non ci lascia dubitare il rapido passaggio del fuoco elettrico. Ciò fa, che la polvere da cannone per sè meno infiammabile dell' aria, e che per conseguenza ha bisogno, che il fomite vi stia unito per qualche tempo (sebben assai minore di quello che abbiam veduto richiedersi pel solfo puro) non ubbidisca alla scintilla elettrica attuosa, ma che l' attraversa con estrema rapidità, e ceda poi volentieri alla scintilla tuttochè meno viva della pietra focaja che le cade in seno, e vi si cova per alcun tratto di tempo. La necessità di questo tempo, in cui il fomite covando spieghi ed accresca la sua azione, ci si manifesta e dall' indugio della polvere sovente sensibile ad accendersi, e dall' andar a vuoto talora una scintilla caduta vi in seno, e spegnervisi affatto.

In fine adunque, poste le altre cose eguali, la nostr' aria vince qualsivoglia altra sostanza infiammabile. Sì, ella è di tempera dilicatissima, e prontissima ad ardere, avvampando fin anche per l'urto

momentaneo d'un fomite, a cui resistono gli altri corpi. In una parola ella è tutta infiammabilità. Nè ciò vi sembri troppo, che anzi è tuttavia poco. Doveva dire che l'aria infiammabile è l'unica sostanza dotata di tale virtù: che da essa l'hanno gli altri corpi tutti, a cui vien dato il nome d'infiammabili, e in essa si risolvono sempre prima d'andar in fiamma. Non v'è nulla in questa asserzione, ch'io non vi possa ad evidenza provare colla scorta sicura delle sperienze; ma tale assunto mi menerebbe troppo più lungi che ora non conviene. Contentatevi ch'io v' abbia mostrato parte di questo vastissimo campo, e disponetevi intanto a scorrerlo meco in un'altra lettera, che tutta s'aggirerà intorno a tale soggetto. Sono ec.

LETTERA SESTA

Como, li 14 Gennajo, 1777.

Nunc animum nobis adhibe veram ad rationem.
Nam tibi vehementer nova res molitur ad aures
Accidere; et nova se species ostendere rerum.
LUCR. II. 1022.

Voi volete ch' io seguiti senza preludj a parlarvi di ciò che ho proposto nella lettera antecedente? Ottimamente; che io pure nulla più bramo che di appagarvi, per giusto timore che non mi crediate nimico dichiarato di quella brevità, di cui forse nel corso di questa lettera avverrà che sospettiate essermi affatto dimentico. La colpa però non sarà tutta mia, una gran parte converrà darla alle troppe cose, che in folla mi si sono presentate al primo prender la penna in mano.

Mi sono dunque accinto a dimostrare, che tranne l'aria infiammabile, altra sostanza non avvi che si converta in fiamma, niuna affatto; e che quelle che infiammabili sono sempre state conosciute, e tengonsi tuttavia per tali, non lo sono esse propriamente e per sè, ma intanto solo inquanto formiscono aria infiammabile, e in essa si sciolgono, o

sia vestono forma e natura aerea prima dell'infiammamento. E vale quanto dire, che nè legno, paglia, carta, nè cera, pece, solfo, nè olio, spiriti, etere, nè le parti loro integranti, nè alcuna delle componenti, siano solide o liquide non s'infiammano come tali.

Ma almeno le sostanze e le parti vaporose, voi mi dite, converrà eccettuarle, perchè fuor d'ogni dubbio e possono infiammarsi, e s'infiammano, senza dianzi snaturarsi. Spiegatevi chiaro, io vi replico, e ditemi quel che intendete propriamente per vaporose. Se con questo vocabolo voi mi volete accennare alcune parti d'una sustanza attenuate, sublimate, e trasmutate dalla forza del calore in un vapore espansibile, come i vapori dello spirito di vino, io vi domando: Questi vapori possono venir condensati dal *freddo*, e fluire di nuovo in gocce? Sì, eh? Tanto basta, non sono per anco quei tessi ch'io voglio; sono dotati di una forza di molla soltanto temporanea, non posseggono la vera forma aerea, non sono per se stessi infiammabili. Vapori che sieno in uno stato di *elasticità permanente*, non soggetti a rappigliarsi, questi io li dirò di natura *aerea*, ossia, gli avrò per un vero *fluido pneumatico*; e appunto in istato di fluido pneumatico, e non in altro da questo diverso, vuol essere una sostanza, perchè a ragione venga detta, e sia propriamente e immediatamente infiammabile. Le parti adunque vaporose degli olj, degli spiriti, dello zolfo che vestono tal forma elastica permanente, sono la nostr'aria infiammabile, e quelle sole s'infiam-

mano, gli altri vapori propriamente e semplicemente tali, non già.

Ma voi non siete convinto, anzi mi par di vedervi sulle mosse per replicarmi, che il puro vapore dello spirito di vino, quello dell'etere, e tant'altri, i quali pur non hanno elasticità permanente, o, che è lo stesso, non sono fluidi pneumatici, e ciò non ostante sono infiammabilissimi. E io mi rifò da capo, e chieggo: sono essi per sè infiammabili? o passano, prima di divenir tali, ad uno stato propriamente aereo? o a dir meglio, prima che tali divengano, schiudesi, o no, dal loro seno una vera aria infiammabile? Quì sta il punto, e la pretensione mia; nè andrà molto che vedremo su di che s'appoggia.

Non accade più far parola sopra l'infiammabilità eminente della nostr'aria, dopo ciò che v'ho fatto osservare intorno alla prontezza e alla facilità con cui fassi avvampare. Ho perciò eziandio a ragione conchiuso, che essa è *tutta infiammabilità*. E diffatti, ov'è che voi mi troverete una sostanza simile a questa, che arda interamente, perfettamente, senz'ombra di fumo, o filiggine, e senza residuo o prodotto alcuno? E quando pure fosse di mestieri venir a confronto, io la contrapporrò volentieri all'olio più sottile e raffinato, all'acquarzente più purificata, all'*Alcohol sincero:* facendo osservare che anche in quest'ultimo, sebben egli arda senza fuliggine e fumo sensibile, e senza residuo solido, tenuto quindi dal gran Boerhaave per la sostanza

più pura fra le infiammabili (*); avvi però una parte che punto non s' infiamma, cioè l'acqua, che egli medesimo mostrò e raccolse, dopo averlo abbruciato; laddove nella nostr' aria tutto tutto si converte in vera e viva fiamma, e nessun prodotto vi si scorge, o se ne può raccogliere, che aria non sia, nè avanti, nè durante, nè dopo l' accendimento.

Ma innanzi a tutto gioverà per mio avviso cercare e dimostrare cotest' aria infiammabile presente, o a dir meglio, pronta a sprigionarsi da que' corpi che atti sono ad ardere con fiamma: perchè avendola trovata all' uopo nostro rispondente, niono potrà a diritto contenderci, che per essa vengano da noi spiegati i fenomeni dell' infiammazione, ovunque ella ci si presenti: e niuno pure dovrà ricorrere inutilmente ad altro principio infiammabile sussidiatore. Avrò io perciò a risudare la schiera sterminata de' corpi inflammabili, e annoverarli uno a uno? No, basterà considerarne alcuni, dopo aver detto in generale, che da tutti si può cavare una copiosa dose di tal' aria.

È noto abbastanza l' artifizio per cui s' ottiene la pura aria infiammabile da' corpi minerali, vegetabili, ed animali, da tutti quelli in somma che venendo abbruciati all' aperto, possono ardere con fiamma. Per ciò, come sapete, non si richiede punto più che distillarli, ossia abbruciarli in vasi chiusi,

(*) Elem. Chem. Part. II. *de alimento dicto Ignis*.

raccogliendo in vesciche, ovvero in boccie piene di acqua rivolte colla bocca pure nell' acqua, le emanazioni elastiche che si aprigionano. Per tal modo la nostr' aria riesce limpida e pura, mondandosi dai fumi o vapori, i quali condensati rimangono addietro nel loro passaggio attraverso all' acqua, o rappigliati poscia vi si precipitano dentro. Ella è poi affatto sorprendente la dose di tal'aria, che da una scheggia di legno, da un gomitoletto di stoppa, da una listerella di carta, da un pezzetto d' osso, di pelle secca ec., si può cavare e raccogliere, a segno che, in luogo di far le maraviglie, che la sola aria infiammabile possa fornir materia bastevole al lungo avvampare di tali corpi, mentre si abbrugiano all' aperto (*), debba nascere grave sospetto che molta parte di essa vadasene via senza infiammarsi realmente.

Ora la produzione di quest' aria per mezzo della distillazione tanto dura, quanto durano ad abbrugiare i corpi rinchiusi fino all' intera loro converzione in carboni, cioè fino a quel segno, che esposti ad ardere anche a fuoco aperto, non sono più in istato di far fiamma. L' attitudine adunque a produrre aria infiammabile, e a dar fiamma vanno di pari passo; onde v' è tutta la ragione di presumere

(*) Conviene richiamare alla memoria, che una picciola dose d' aria infiammabile tratta da' vegetabili, e frammischiata ad una grande d' aria comune forma tutt' insieme una fiamma. Vedi la Lett. II. pag. 19.

almeno, se non di conchiudere ad evidenza, che l'infiammabilità sia cosa propria soltanto di quell'aria, che appunto in modo sì eminente va di tal virtù dotata: della qual virtù un vivo testimonio, ed un esperimento sicuro è il veder l'aria così estratta e raccolta, e conservata in disparte, ardere in qualsivoglia tempo, eziandio dopo averla lasciata posare mesi ed anni, ed averla soventi volte lavata nell'acqua, col solo accostarvi una fiammella, o coll'immergervi dentro un carbone attizzato, o coll'eccitarla per mezzo di una scintilla elettrica.

Non occorre più dunque domandare cosa sia ciò che fiammeggia allora che le legna ardono sul focolare; e per qual modo s'alzi la vampa a un tratto, dietro al fumo che la precede. È dessa l'aria infiammabile, che si sviluppa, e primamente prende fiamma dalle bragie attizzate: indi la fiamma già destata e presente, assai più di leggieri s'appicca e si stende all' altr' aria, che mano mano va sbucando dalle legna che s'abbrugiano.

Se la cosa è per sè chiara abbastanza rispetto a' corpi menzionati, e a qualsivoglia altra materia soda e consistente che arde con fiamma, forse parrà ad alcuni che non sia chiaro riguardo alle sostanze liquide infiammabili, come l'olio, gli spiriti ardenti, l'etere, e a quelle pure che fluir deggiono prima di concepir fiamma, del qual genere sono il grasso, la cera, le resine, il solfo. Ma ove si ponga mente, che da tutte queste sostanze si cava parimenti la stessa aria infiammabile, e che da esse esalar dee prima che s'accendano, sarà forza con-

venire, che l'infiammabilità di questi, non meno che degli altri corpi, tutta consista nella parte aerea della loro sostanza. Sì le materie fluide e quelle, che fonder si possono, danno per distillazione di molta aria infiammabile: nè la distillazione è il solo mezzo per ottenerla. Il Dr. Priestley ci ha ammaestrati a trarne in buon dato da poche gocce di etere, di spirito di vino, di olio, per mezzo delle scintille elettriche (1). È osservabile riguardo all' etere, come le scintille elettriche hanno una forza di produrre vera e genuina aria infiammabile, non solo venendo ricevute nel liquore medesimo, ma sì anche e più agevolmente nell' aria comune carica de' soli vapori di quel liquore. Il soprallegato Autore tra le molte eleganti sue sperienze di tal genere, riferisce quella di una bolla d' aria impregnata prima ed accresciuta dai vapori dell' etere, sopra ogni altro liquore infiammabile e volatile, la quale rinchiusa in un tubo pieno di mercurio, ad ogni scintilla elettrica che la colpiva, riceveva ancora una considerabile addizione, cosicchè egli ne avea ben presto ingrandita la mole a sei o otto volte più: quest' aria infine si trovò tutta infiammabile, nè più consentì di mescolarsi in dose alcuna coll' acqua; laddove dianzi l' acqua avrebbe tosto succhiato da quell' aria i vapori dell' etere, ond' era piena (2).

(1) Exper. and Observ. Vol. I. part. II. On inflammable Air. pag. 242 e seg

(2) Mi piace qui di far due osservazioni intorno a questo

Da ciò si rende manifesto, come agli olj, agli spiriti ec. nella qualità di liquidi, e in quella pure

---

sperimento sull' etere. La prima riguarda la sua volatilità, ed è, che gli svaporamenti di esso formano, in certo modo, l'anello che congiugne i semplici vapori ai fluidi aerei, mercechè partecipano a un tempo dell' una e dell' altra natura. Avvegnachè col distillar l' etere non si possano ottenere vapori elastici permanenti, neppure ricevendoli in un vaso capovolto e pieno di mercurio, conciossiachè condensati dal freddo ricomincino tosto a fluire; pure esponendo una piccola dose di tal liquore ad una quantità d' aria isolata dal mercurio, ha osservato lo stesso Dr Priestley (Vol. I. par. II. Miscellaneous Observations, pag. 252), che il volume di quest' aria *s'* accresce fino al segno di raddoppiarsi. Ed ecco come i vapori dell' etere diffatti prendono vero abito aereo, attesochè il freddo non più li costipa, nè li precipita abbasso, condizione a cui soggiace ogni altra sorte di meri vapori. Ma però se questo miscuglio d' aria e di vapori eterei, insieme accoppiati in forma d' aria, venga fatto passare attraverso all' acqua, questa bevendosi l' etere, l' aria ritorna al volume di prima. Ad essere assorbite per intiero dall' acqua, o a intimamente mescolarsi con essa sono pure sottoposte le arie *acide*, e l' aria *alcalina*; anzi assai più, stantechè non prima hanno toccato l' acqua che si dileguano: ne perciò lascian d' essere veri fluidi pneumatici, e lo sono fuori d' ogni dubbio più che non lo siano i vapori dell' etere, poiche le emanazioni elastiche degli acidi ed alcali volatili confinate nel mercurio, sussistono sotto forma aerea eziandio sole, ove quelle dell' etere, come s' è detto, non sussistono che in compagnia di altre arie. Le emanazioni pertanto degli spiriti salini formano l' anello superiore nella scala de' vapori aerei, se così è lecito di esprimermi;

di vapori dispersi semplicemente e nuotanti nell' aria, condensabili dal freddo, in modo di ricadere

---

e le emanazioni dell' etere il secondo. Questa scala pare che potrebbe in alcun modo venir continuata collo scendere a certi vapori e fumi, i quali non si costipano troppo di leggieri pel freddo, per atto d' esempio, quelli che esalano da una candela che abbia arso in luogo rinserrato, i quali non s' abbassano che dopo assai tempo ec.

Non posso abbandonare questa idea, se prima non tento di presentarla in miglior aspetto. Incominciando dunque a scorrere la serie dall' anello inferiore occupan questo anello vapori dell' acqua, e del vino, che si distillano, siccome prontissimi a costiparsi e fluir in gocce al primo incontro di freddo. Sieguono i fumi del solfo, o d' altro corpo abbrugiato, assai più morosi a rappigliarsi e precipitarsi. Indi i vapori dell' etere atti non da sè soli, ma ove sol trovinsi associati e incorporati con altr' aria, a prendere l' abito aereo in modo, che il freddo non può nulla sopra di essi, cioè non giunge a fissarli e coagularli; sebbene poi l' acqua ne venga a capo, assorbendoli facilmente, e riconducendoli allo stato liquido di prima. Ed eccoci già alle emanazioni elastiche degli Acidi e degli Alcali, le quali senza intervento d' altr' aria, fanno da sè un vero corpo pneumatico, ma che parimenti in contatto di poca acqua, tosto assorbito, per intiero sparisce. Poi ci si offre l' *Aria fissa* (aria, cui per le accurate e luminose sperienze del Sig. Bewly comprese in tre lettere al Dr. Priestley, e riportate da questo nell' appendice del suo Vol. II. conviene riconoscere finalmente per un vero acido *per sè*, checchè in contrario abbiano opinato e detto Mr. Beaumé, l' Ab. Fontana, Don Marsilio Landriani, con altri molti, e io pure opinassi e dicessi un tempo), ci si offre, dico, quest' aria, che è pur an-

nello stato fluido di prima, manchi tuttavia un passo, che li conduca al vero abito aereo, secco, per-

---

scibile con l'acqua, ma in molto minor proporzione, ma non istantaneamente. Appresso succede l'*Aria nitrosa* ancor molto più a stento miscibile con l'acqua: e dietro a questa finalmente le arie immiscibili del tutto o quasi, e che nelle doti aeree vanno assolutamente di pari, cioè l'*infiammabile*, la *flogisticata*, la *comune*, la *deflogisticata*.

Per tal modo credo aver toccati gli anelli principali della catena, e abbastanza l'un dall'altro, se non anzi troppo, lontani. Quanti dunque ve n'ha ancora d'intermedj? Quanti vapori non incontrano ogni dì i Chimici nelle loro distillazioni più o men restii al condensarsi? Sembra che la nostra idea possa meritare l'attenzion loro, e de' Fisici veramente profondi, per venir meglio rischiarata e promossa.

Tornando ora all'etere, e a' suoi vapori semi-aerei misti con altra vera aria, le scintille elettriche ne formano aria infiammabile col toglier loro quell'avanzo che aveano di natura vaporosa o liquida, cioè l'attitudine a mescolarsi coll'acqua, e li fanno passare all'assoluta natura d'aria.

L'altra osservazione ha per oggetto i costitutivi di quest'aria infiammabile per tal mezzo formata. Se si riflette, che una delle parti che formano l'etere, è l'acido con cui si è estratto dallo spirito di vino ridondante di flogisto, non vi sarà difficoltà a concepire, che poco manchi a formarsene per una più intima combinazione de' due principj (acido e flogisto) quella specie di solfo aereo, che secondo me è la stessa cosa che l'aria infiammabile (vedi la Lett. III.); e che la scintilla elettrica produca o coll'aggiugnere flogisto, o col fornir dell'acido, o coll'unire i principj forzosamente, o per qualsivoglia altro mezzo, cotal conversione.

manente; fatto il quale entrino poi nella ragione, che chiameremo di assoluta prossima infiammabilità. Allora adunque che veggiamo ardere e brillare la fiamma d'una candela, o quella dello spirito di vino purissimo, o dell'etere, non dobbiamo punto più credere che avvampino le parti propie integranti del grasso, o dello spirito, ossia dell'olio sottile, di quello che siamo usi di credere, che le parti integranti del legno si volgano in fiamma. Ninno si è sognato mai di dire che le parti grossolane del legno sieno l'alimento, o la vera e prossima materia della fiamma. E perchè? Per questa ragione, che in certe parti più sottili, ed in una sostanza specifica cavata coll'analisi chimica dal legno, e da altri combustibili, cioè nell'olio, si è trovato risiedere per eccellente maniera, ed esclusivamente agli altri prodotti, questo potere o questa virtù d'infiammarsi. Ma se spinta l'analisi più oltre dobbiamo conchiudere col gran Boerhaave, che nemmeno l'olio crasso è la materia prossima della fiamma, imperciocchè non arde affatto puro e schietto, ma con fumo denso e fuliggine, e perchè distillandolo lascia nel fondo assai feccia; intanto che la parte più tenue porta seco la virtù d'infiammarsi; e oltre a ciò per mezzo di replicate distillazioni reso l'olio sempre più tenue s'infiamma ognora più puramente e perfettamente, con minor copia di fumo, e minor residuo di feccia: se, dissi, così conchiuder dobbiamo dell'olio crasso mettendolo a fronte del più sottile e più puro; perchè non dovrà dirsi lo stesso di quell'olio, comunque sottilissimo, e finanche dell'*Alcohol* asin-

cero, che l' allegato Boerhaave si argomenta per ogni modo di stabilire come il proprio e genuino alimento della fiamma (*), a petto dell' aria infiammabile, che solo arde tutta quanta perfettamente e schiettamente, non che senza feccia e fumo visibile, ma pur senz' alito o vapore acquoso, di coi non va esente tampoco l' *Alcohol* tanto celebrato? (**). Co-

(*) *Repertus ergo habetur, qui vere meretur nomen alimenti, aut pabuli ignis: quum ad sensus nostros totus quantus in ignem purissimum absolute convertatur ardendo viva, pura, flamma. Si enim placet vobis attente rem ponderare, quid factum est de omni hoc Alcohole? mera tantum purissima flamma.* Boerh. Elem. Chem part. 2. *de alimento dicto ignis*). E di nuovo sul fine di quel capo: *Observari in universo rerum unam modo materiam, quae illum ignem ita alat, ut per eum integre consumetur, sic ut nihil inde nascatur praeter puram sinceramque flammam, nihil extincta, consumpto pabulo, flamma, supersit ultra; hancque materiam esse solum sincerum Alcohole.*

(**) Ciò non dissimula l' istesso Boerhaave impegnatissimo a conservare la prerogativa da lui attribuita al suo Alcohol. *Vaporem humidum eructari de hac flamma Alcoholis vidimus; sed ille aqua limpidior, pellucidissimam modo exhalationem dabat. Haec autem collecta meram, puram aquam exhibuit, in qua nullus color, crassities, pinguitudo apparuit* (op cit). Questo gran Chimico, mentre pur s' occupa tutto ad insinuare che l' Alcohol è la sola sostanza tra tutte le conosciute, che meriti il nome di pascolo del fuoco, si trova più d' una volta ridotto al duro passo di confessare, che esso spirito non è poi tutto tutto infiammabile, come avrebbe voluto,

me dunque non conchiudere che cotesto Alcohol resta tuttavia al di sotto di quello stato in cui diritta-

---

avendovi parte l' acqua, sostanza assolutamente priva di tal dote. Eccone un altro articolo (ma convien leggere i passi interi del capo sopraccitato). *Hinc quoque cogitamus in Alcohole ut ut purissimo, tamen adhuc diversitatem obtinere differentiam partium, quae arte nulla, nisi vi exurentis ignis manifestantur, atque tum aquam exhibent, quae sola ignem extingueret*. Con ingenuo candore protesta pure di non conoscere per anco cosa sia ciò che vuol propriamente dirsi *puro infiammabile*. — *Sed extricare id quod in his sincerum inflammabile, est equidem laboris ardui, nec deprehendi hactenus qui quid boni diceret*. Finalmente sull' idea, che quando che sia si potesse ottenere un tale principio affatto puro, così va premeditando. *Si ergo possibile foret arti ab Alcohole illo separare id, quod comburitur, jam hactenus nobis incognitum ab illa aqua, quae in combustione nobis apparet, atque dein illud prius solum applicaretur igni aut flammae, quid inde fieret? An quidem successive arderet, ut jam admixtu illius aquae successive exuritur? An vero, instar fulminis uno momento consumeretur? Utique speculatio meditabunda plurima hic suggerit sed coercenda est velocitas nimia disputantis mentis pondere experimentorum*.

Or ecco finalmente compiuti i voti del grande Chimico e Filosofo: ecco nell' aria nostra infiammabile la sostanza, che sola può vantarsi d' avere tutte le richieste prerogative, d' arder pura, e interamente, senz' ombra alcuna di que' vapori acquei, che nell' Alcohol gli si presentavano, e gli davano non poca noja: ecco l' aria infiammabile, che dall' Alcohol medesimo noi possiam trarre e raccogliere e conservare, non meno che da ogni spirito ardente, dagli olj, e da tutte le sostanze che ardono con fiamma pura od impura.

mente chiamar si possa vera e prossima materia della fiamma? il quale stato vuol essere assolutamente aereo; e a cui come possa pervenire sì esso, che gli altri liquori detti infiammabili, abbiamo veduto pocanzi.

L'incomparabile nostro Autore avea fatto non pochi passi, e tanto avanzato si era, che poco gli mancava a dar nel segno, per quanto cioè lo comportavano le cognizioni di que' tempi. Egli riconosce che il suo Alcohol nello stato di vapore attualmente espansibile è assai più disposto ad accendersi. Sembra anzi portato a credere, che niuna parte del liquore, finchè dura ad esser tale, si accenda, ma infiamminsi i soli vapori dall' azione del fomite accostato, formati e sollevati sopra la superficie. Di più egli avea riguardato il fumo delle legna, e di altri combustibili pure, come materia prossima della fiamma, asserendo a chiare note in più luoghi, altro non essere la fiamma che fumo acceso, e questo potersi in essa convertir tutto quando che sia (*).

Ecco financo soddisfatto alle proposte ricerche di quel grand' Uomo. Questa sostanza aerea infiammabile è ella senza mescolamento d' aria comune? Arderà debolmente e lentamente, e sempre a fiore e a filo di quel velo che tocca l'aria comune. E ella tramischiata e allungata con molta aria comune? avvamperà e scoppierà tutta a un tratto; perchè ogni particella della prima trovasi in contatto con altre particelle della seconda.

(*) Giova quì pure allegare un passo del Ch. Autore, che

Ora se tanto solo fosse andato più oltre, cioè a segno di far passare i vapori allo stato elastico

---

sebben lungo non riuscirà inopportuna e disaggradevole. *Sed interim dum haec ita fiunt densus ubique de foco incenso Fumus oritur, qui primo aquosus, tenuis, omni dein momento crassior factus, tandem prorsus ater, densusque evadit, atque inprimis aterrimus tunc, et densatissimus cernitur, quando jam flamma viva oritura instat, quae mox fere solet cum crepitante impetu prosilire; tum autem, erumpente jam flamma, ilicet Fumus minuitur, et quidem tanto magis, quo flamma vividior enata fuit, ita ut, flamma facta lucidissima, Fumus videatur prorsus desinere; licet et tum tamen adsit. Hinc Fumus fere videtur confusa valde miscela partium diversarum de vegetabili Ignis pabulo per ipsam vim Ignis valide quidem motarum, in sublime actarum, inter se contritarum, sed nondum tamen incensarum ad plenam ignitionem usque. Ubi vero continuato, auctoque, hoc impetu, ipsae illae partes agitatae jam a copiosiore Igne conciliato in aere candescuut, flamma fit de fumo, atque undique resplendentes jam fumi partes, simul quam maxime attenuatae, apparent pure igneae. Hinc etiam liquet, cur flamma corusca, superambiens totam materiem flagrantem, omnes in inferioribus agitatas Igne partes in flammae vi sine fumo consumere videatur. Certe Fumus, nisi aqua mera sit, totus in flammam converti potest, ut Experimento eleganti Foci acapni dudam patuit. In quo evidentissime oculus ipse videt, quod fumus ater vegetantium Igne excitatus sit carbo combustilis in magno Igne, sive in flamma ingenti. nam in meros collabitur ita fumus cineres, vel usque adeo attenuatur ejus materies, ut sensus fugiens nostros dilabatur in auras...* Fin qui egli, e poco dopo conchiude ancora. *Erit ita-*

permanente; e se attribuito avesse alla parte sottile del fumo, trasparente ed aerea, la funzione di convertirsi in fiamma, egli avea felicemente toccato il segno, e veniva a scuoprire il gran secreto. Ma che? Contento de' vapori sparsi e galleggianti nell'aria comune, quali per l'ordinario si concepiscono, egli li mandava in fiamma senz' altro passo di mezzo, o altra trasmutazione; e rispetto al fumo, si fermava a considerar le parti che denso il rendono e fosco, stimando che queste veramente s'infuochino, e divenute roventi ne facciano brillare agli occhi tutta la massa in forma di fiamma. Era egli a così opinare condotto, perciocchè appunto allor quando il fumo appare più denso e torbido, la fiamma già già imminente scoppia alla fine, e in essa si tramuta la nebbia e il fosco. L'ammasso poi di queste medesime particelle, che di nere si fanno roventi, altro per lui non sono che piccioli carboni volanti e rotanti nell'aria; e l'olio aderente ad essi è il principio dell'infiammabilità (*).

que Fumus materies combustilis valde agitata necdum coruscans, aut candescens, Flamma autem eadem materies prorsus jam candefacta, divisa in minutissimas particulas.

(*) Tutto ciò chiaramente si rileva da' passi citati di sopra, non meno che da altri, per esempio dal seguente. *Hinc ergo fumus flammae proximus, et quo ille magis ater, eo propior; quia verus tum carbo rarissimus, attenuatissimus, prorsus volatilis nascitur, facile incendendus ut de historia carbonis praemissa quàm facillime intelligi potest cuique. Ergo tandem in hoc fumo nil praebet igni pabulum praeter oleum quod in eo est.*

Io non cercherò al Boerhaave, come intender si possa che particelle affatto opache e carbonose si trasmutino a un tratto in fiamma liquida e viva a segno di emulare per lo meno quell' altra de' vapori limpidissimi e trasparentissimi del suo Alcohol. So bene che forse non maocherebbe di trovarsi ne' suoi principj una bella e apparentemente buona spiegazione. Ma in vece mi richiamerò all' esperienza, colla scorta della quale le dubbiezze di cotali idee erronee intorno al fumo si sgombreranno, e luminosa di bel nuovo trionferà la nostr' aria infiammabile.

Io non contrasto già, nè l' esperienza vi contraddice, che la fiamma sia composta in parte della sostanza medesima di cui lo è il fumo: anzi a nessuno conviene d' essere tanto zelante sostenitore di questo tramutamento di fumo in fiamma (che è pure una verità di fatto) quanto a un partigiano della nuova dottrina delle arie. Verità, dissi, di fatto; conciossiachè troppo sovente a chi che sia occorra di vedere accendersi il fumo, o al momento che incominciano ad arder bene le legna sul focolare; o nel rallumare una candela pocanzi spenta, mediante l' accostare la fiamma d' un' altra candela o sopra o a lato della corrente di fumo che sgorga dal lucignolo. Senza poi ricorrere al *Focolare Acapno* mentovato dal Boerhaave, e di cui ci dà la descrizione nel luogo citato, io soglio metter sott' occhio, e render evidente questa conversione del fumo in fiamma con uo esperimento semplice non meno che elegante. Stringo colle molle da fuoco

ben arroventite, o meglio con quella sorta di molle, che serve ad inanellare i capegli, una scheggia di legno arido, una carta da giuoco, od altra simile sostanza facilmente infiammabile. Se subito vi soprappongo un imbuto di collo mediocremente lungo e largo, non manca d' uscire precipitosamente pel cannello dell' imbuto una colonna di fumo densissimo, massimamente se con un canovaccio procuro di chiudere comunque e d' impedire che si disperda ed esca per di sotto. Accosto la fiamma d' una candela alla colonna di fumo; ed ecco appiccarvisi la fiamma, la quale ora lambe la bocca del cannello da cui esce il fumo, e vi sta attaccata, ora si lancia in alto, e mirasi sospesa e ondeggiante in mezzo del fumo non acceso. Il convenire adunque con Boerhaave della reale conversione del fumo in fiamma è conseguenza necessaria de' fatti, che noi pure cerchiamo di render palpabili, ed è un punto capitale più della nostra, che della sua Teoria. In che dunque si discosta quella da questa? In che presumiamo noi di riformarla? Oh, eccolo. Nell' assegnare, in tanta varietà di parti eterogenee ond' è composto il fumo, la natura e costituzione di quelle che propriamente s' infiammano. In ciò la diversità de' sentimenti è troppo grande ed essenziale. Vuole quel gran Chimico (secondo che veduto abbiamo, e accennano chiaramente gli articoli riferiti) che la porzione del fumo più grossolana, cioè certe parti carbonose o terreo-oliose, isolate, vicine una all' altra, e rotantisi per entro a un volume d' aria agitata, e che la rendono fosca e opaca,

quelle sieno appunto che s'infuochino, e divenute roventi ci facciano risplendere agli occhi la massa intera in forma di fiamma. Noi all'incontro vogliamo, che non la parte crassa e vaporosa del fumo, non i pretesi carboncini si convertano in fiamma, ma sì bene la porzione del fumo la più limpida e schietta, cioè una vera sostanza aerea.

Io convengo che la nostra opinione sembrar potrebbe, per le ragioni *a priori*, assai meno verisimile che l'altra ingegnosa e bella del gran Professore di Leyden (*). Ma non è questo nè il solo,

---

(*) L'opinione Boerhaaviana del fumo rovente, *verus carbo*, non ha mancato, come dovea, d'essere generalmente seguita, siccome pure furono abbracciati gli altri capi principali della sua Teoria del fuoco, la quale parve a quel tempo, e può parere tuttavia a chi delle recenti scoperte è poco men che digiuno, compiutissima. Alcuni però non hanno sentito la necessità di riformare quel capo d'opera, ma pur opera d'uomo sottoposto ad ingannarsi; e a questi di massimamente più d'uno e sente e dice esser più che mai necessario di riformarlo, in vista delle nuove sperienze fatte sulle diverse spezie d'aria, perchè a misura che si moltiplicano, e se ne conferma la verità, la dottrina di quel grand'Uomo appare ognor vieppiù insufficiente, e regge troppo male al confronto. Io intendo qui di parlare spezialmente dell'influsso e dell'azione, che Boerhaave attribuisce all'aria sulla fiamma, avendola egli ridotta alla sola pressione, elasticità, oscillazione, per le quali proprietà essa e tiene applicato il fuoco alla sua esca, e concorre alla necessaria agitazione delle parti ec. (Conviene leggere in fonte la bella e chiara spiegazione che dà di tutto ciò). Egli adunque non ha

nè il primo caso, che l'inaspettato successo delle sperienze sia venuto, a rovesciare da cima a fondo i più bei sistemi, e a mettere nel numero delle verità cose, che proposte alcun tempo prima, si sarebbero avute in conto forse appena di possibili. Or tali diciam pure che sono le sperienze intorno all'aria infiammabile; e quelle singolarmente che più tornano al proposito nostro, fatte col distillare, o abbruciare corpi combustibili in vasi chiusi, a' quali sia annestato un cannello ad oggetto di traghettarne il fumo, farlo salire attraverso all' acqua, e raccoglierlo in caraffe. In questo *processo*

considerato per nulla la vera azione dell'aria, come proprio e naturale *Mestruo del Flogisto*. È certamente notabil cosa mi sembra che il grande Autore, trattando del fuoco e dell'aria in un' Opera tutta di Chimica, abbia atteso alle sole azioni, ed a' soli effetti meccanici, ed abbia fatto nessun uso de' principj chimici, cioè delle *affinità*, delle forze *dissolventi* ec.: termini tutti, e tutte azioni, che ora non può a meno il semplice Fisico di tirar in campo, trattando dell'aria e del fuoco.

Del resto se niuno ha peranco intrapreso di riformare per intero cotesta teoria Boerhaaviana, forse non mi apporrò male in dirne il perchè: cioè non è ancora per avventura nato chi si senta da tanto di riuscirvi con onore. Se altri *noa* si sente, molto men' io, il quale, non senza trepidazione, mi sono indotto a contrariare a un tanto Autore di una tant' Opera, e solo in pochi punti, le solo ove l'esperienza

Quella, che 'l ver da la bugia dispaia,
E che può dotte far le genti grosse

mi vi ha costretta.

le parti più crasse e vaporose si perdono passando per l'acqua, onde l'aria ne emerge pura e limpida, o se pur alquanto annebbiata da' vapori, questi non molto tempo dopo s'abbassano e svaniscono.

Or chi potea credere, prima che l'esperienze ce ne assicurassero, che cotesta parte puramente aerea del fumo, sgombra affatto dalle molecole crasse, terree, oleose, o quali altre si voglia, fosse appunto appunto quella dessa, che di leggieri prende fiamma? Eppure è così; ed a questi giorni è cosa ormai conosciuta, che è un'aria ad ogni prova, e ad ogni tempo infiammabile. Chi negherà pertanto, che dessa sia che arde e brilla pure là entro al fumo che scaturisce da' corpi, i quali vengono esposti ad ardere all'aperto? e che tutte le parti eterogenee ivi affollate e rotanti, che lo rendono torbido e fosco, sieno estranee alla porzione infiammabile? Fuor d'ogni dubbio il gran Boerhaave medesimo, se a lui toccava in sorte di vedere l'esperienze moderne, non indugiava un momento a dar un perpetuo addio, o anzi un vero bando al suo olio sottil sottile, o come egli lo chiama *Alcohol*, ed al suo fumo composto d'un numero innumerabile di carboncini; e ben di cuore rallegrato si sarebbe seco medesimo d'esser giunto omai ad ottenere separato dal resto il *puro pretto infiammabile*, a cui trovare anelava tanto ansiosamente, come già avemmo occasione più d'una volta di ricordare, e come più chiaramente

che altrove si può raccogliere dal passo che qui sotto trascrivo (*).

Ma cos' è in somma quest' aria infiammabile? Come mai ne sta rinchiusa una copia tanto grande ne' corpi accendibili? In qual modo semplici particelle aeree arder possono e fiammeggiare?

Cosa sia l' Aria infiammabile, e da quali principj costituenti essa risulti e si formi, ho voluto indovinarlo nella terza lettera: ivi stesamente (e più forse che non si conveniva, trattandosi di mere congetture) avendovi spiegato come, secondo me, cotest' aria sia una spezie di *Solfo*, cioè il *Flogisto*

(*) *An forte id, quod totum, sincerum, inflammabile habetur in corporibus, est pars totius corporis hujus adhuc minima, distributa per largam valde aquae intime unitae copiam, cumque igne flammam faciens, ipse hic spiritus? Conamur certe subtilissimum illud, et semper fugitans principium indagine circumdatum capere. Ego lassus fateor vobis, nihil me ardentius desiderasse a longo tempore, quam intelligere indolem propriam illius vere inflammabilis penitus in ipso Alcohole quia noverum me hic habere, me hic tenere rem quae perfecte inflammabilis est... Putabam igitur laetus, si modo semel in Alcohole id potuissem assequi, quam facillime in caeteris combustibilibus me capturum omnem rationem ignis sustentati per pabula. Sed quàm fui perculsus illico animum, postquam videram, Alcohol actum per flammam fieri vaporem, in quo non reperiebam Alcohol, postquam flagraverat; si quid vero invenirem reliqui, id denum esse aquam quàm purissimam! Limites ergo scientiae fixos agnosco!* . .

combinato con un *Acido* in forma aerea. Or qui mi sovviene d'aggiugnere, che talvolta pure ella è una certa combinazione del flogisto medesimo nell' *Alcali* o coll' *Alcali volatile*; ciò che manifesto si rende per una certa quale infiammabilità, di cui va dotata l'Aria alcalina, e di cui vi pure parlammo (Lett. 3 pag. 30,), infiammabilità, che rendesi poi assoluta e forte quant' altra mai, sol che cotest' aria alcalina riceva sopra di sè l'azione viva e replicata delle scintille elettriche (*). L'autore medesimo, a cui andiamo debitori de' rapidi e grandi progressi, che questa bella parte della Scienza Naturale, la Chimica dell' Aria, ha fatti in questi ultimi anni, avea già trovato il modo di far nascere aria infiammabile similmente per mezzo delle scintille elettriche ricevute nel liquore dello

---

(*) Ecco le parole di Priestley (Vol. II. Miscellan. Observ. pag. 239.) » Ho sottoposto allo scoppio delle scintille elettriche una picciola quantità d' *Aria Alcalina* .... » ed osservai che ciascun colpo portava un considerevole » accrescimento alla quantità dell' aria; e poiche vi fu introdotto alquanto d' acqua, tanto appunto di quell' aria » non restò assorbito, quanto era stata l' aggiunta nata per » le scoppiature. Io allora ho esposto a sentire intorno a » un centinaio di scoppj della medesima giara, una quantità maggiore d' Aria alcalina, onde avvenne, che tanta » ne sopravanzò non imbevuta dall' acqua, che potei esaminarla a mio grand' agio, e senza tema di fallire. Questo residuo adunque nè faceva impressione sopra l' aria » comune, nè riceveane dalla nitrosa, e riuscì tanto gagliardamente infiammabile, quant' altra mai io ottenessi.

Spirito volatile di Sal ammoniaco, in quella maniera e copia medesima, con cui produceane dallo spirito di vino, e dagli olj (*).

L' *Alcali* adunque può tener luogo dell' *Acido* nell' Aria infiammabile; e solo richiedesi, perchè lo sia più o meno, che venga più o meno strettamente e intimamente legato col flogisto: al qual legame, o alla quale intima e perfetta combinazione conduconsi i due principj, medianti le scintille elettriche, sia per l' azione gagliarda e penetrante delle medesime, sia per nuovo flogisto, ch' esse somministrino. Per la qual cosa, se modificare pur deggio quella parte della mia Ipotesi, in cui supponeva l' aria infiammabile composta, in ogni caso, di mero acido e flogisto; se di tal proposizione che allora mi parve di poter adottare ed avanzare generalmente e assolutamente, mi conviene ora limitare il senso; nulla però io veggo tuttavia che si opponga all' altro capo più principale, con cui io voleva allora stabilire la necessità, che il Flogisto si trovi con istretto legame avvinto alla sua *base*; che anzi tale sentimento non pur mi sembra poter sussistere, ma corroborarsi per le sperienze medesime testè addotte. E qui mi giova far notare, che questa base del flogisto, sia ella un acido, sia un alcali, dee già possedere lo stato aereo, o esservi avviata, ossia poter esistere in forma d' aria, eziandio prima di collegarsi in siffatta maniera col flogisto, che ne risulti il com-

(*) *Priestl.* Vol. I. Part. II. *Of Inflam. Air*. pag. 245.

posto infiammabile. Infatti veggiamo che gli acidi, i quali ottimamente s' impiegano per la formazione dell'aria infiammabile, il *vitriolico*, il *marino*, il *vegetabile*, ottener si possono di per sè in vera forma d'aria; convien solo all' acido vitriolico imprestare una picciolissima dose di flogisto, quanta cioè n'è d'uopo per renderlo volatile (*). Non altrimenti l'alcali volatile, lo *Spirito di Sal ammoniaco*, da cui abbiam veduto trarsi colle scintille elettriche aria infiammabile, veste anche da sè solo la forma aerea, allorachè i suoi vapori ci offrono quella, che Priestley ha chiamato acconciamente *Aria Alcalina* (1). Per lo contrario gli alcali fissi, i quali non si presentano giammai di per sè in forma d'aria, non veggiamo che si leghino tampoco col flogisto in modo di divenire aria infiammabile. In somma e per ultimo, in luogo di dire, che l'aria infiammabile nasce ognora dalla combinazione d'acido puro e di flogisto, ciò che non esprime forse tutti i modi di essere che aver può cotest'aria, mi ridurrò ad asserire che essa è composta del flogisto legato strettamente con una maniera di sale aereo (la quala aria salina consente per sè di meschiarsi coll' acqua, tranne il caso, in cui è intimamente combinata col flogisto, che la rende appunto infiammabile) e abbandonerò, se si vuole, il ter-

(*) Veggansi nell'Opera, tante volte citata, di Priestley, le intere sezioni. *Of Acid Air*. Vol. I. *Of Vitriolic Acid Air*. *Of Vegetable Acid Air*. Vol. II.

(1) Vol. I. Part. II. *Of Alkaline Air*.

mine, che già mi piacque adottare, di *Solfo aereo* (1).

(1) Eppure se opinar vogliamo con alcuni de' più profondi Chimici, e dire che propriamente non avvi, se non un solo principio salino, sostanziale, e universale, e che questo principio è un *Acido* (sia esso poi il *Vitriolico*, o il *Marino*), onde originariamente derivano tutti gli altri, per l'addizione di parti eterogenee, e per questa o quella combinazione propria; e che fin l' *Alcali* medesimo, comunque di tutt' altra natura, e d' altre proprietà vestito si mostri, non è in fondo, se non lo stesso acido universale primario siffattamente alterato e trasformato per una certa sua propria combinazione colla terra e col flogisto, l' un de' quali predomina massimamente nell' *Alcali volatile*, l' altra nell' *Alcali fisso*: se, dissi, noi pure adottar vogliamo questa grande e luminosa idea sulle tracce dell' immortale *Stahl*, seguite dalla miglior parte de' Chimici (Veggasi spezialmente l' eccellente Dizionario di Chimica, artic. *Sale*, *Acido*, *Alcali*, *Flogisto* ec.), io potrò tuttavia sostenere e l' *unico modo* di tutte quante le arie infiammabili, e la denominazione gà da me data di *Solfo aereo*. Anzi in conseguenza di tale considerazione io scorgo appunto nell' Aria alcalina quel principio, o, dirò così, quella gradazione all' infiammabilità che in essa abbiamo osservato; e intendo come l' azion viva delle scintille elettriche, tanto sopra l' aria alcalina medesima, quanto sopra il proprio liquore del sal volatile ammoniaco, vi mandino il flogisto più addentro (del qual flogisto ne portano pur esse scintille una sopraggiunta), e lo adducano all' intima perfetta combinazione coll' acido più nascoso e travestito, onde render quella, o formare altr' aria affatto infiammabile. In vista di ciò, l' aria alcalina solamente mezzo infiammabile, altronde miscibile affatto coll' acqua,

Quanto alla maniera in cui l'aria infiammabile è contenuta ne' corpi, io non penso già che vi stanzj in forma, e colle qualità proprie di aria, prima di svilapparsi, ma vi sia in istato fisso, con-

---

il flogisto della qual'aria, come si manifesta dalla miscibilità medesima, dall' odore, e dall' attitudine che ha di saturarsi di nuovo flogisto, si trova in un modo di combinazione men perfetto, cioè fra legato e slegato; quest' aria alcalina, dico, non la denominerò già *solfo*, ma in certa maniera disposta e graduata a solfo, nè dirolla assolutamente infiammabile, ma che affetta l' infiammabilità.

E quì se venissi di nuovo richiesto, in qual maniera risultar possa il preteso *Solfo aereo*, allorchè l'aria infiammabile traesi dagli olj, dallo spirito di vino, dall'etere, mi sarebbe cosa agevole il rispondere, prima riguardo agli olj, a cui nulla manca, nè il Flogisto, nè l'Acido, essendo questo (come generalmente convengono i Chimici) uno de' principj costituenti di ogni olio, e manifestandosi pur anche sensibilmente negli olj essenziali: poscia rispetto all' Etere, a formare il quale si fa uso d' un Acido, come s'è già accennato (pag. 76 verso il fine della nota). Può adunque nascere difficoltà solamente intorno allo spirito di vino, non sembrando che vi abbia parte alcun principio acido. Ma che? Alcune delle proprietà dell' olio non si riconoscono pure nello spirito di vino? e manca forse chi sostiene, che sia anch' esso una fatta d' olio? I principj adunque dell' olio, e per conseguenza l' acido, avvegnachè mascherato, dovranno trovarsi nello spirito di vino. D' altra parte non si trae cotesto spirito da' vegetabili ricchi in acido? Si può pertanto pretendere non che sospettare, che gli spiriti ardenti non siano affatto privi del principio acido.

gulata, dirò così, e senza forza di molla, come appunto nelle pietre da calce, ne' sali fissi alcalini, e ne' vegetabili freschi sta appiattata e dorme neghittosa l'aria detta propriamente fissa. Altrimenti quale sarebbe la saldezza che resister potesse allo sforzo di tant'aria elastica, e opporvisi così che non isfasciasse tutta quanta la tessitura de' corpi, e non ischiantasse ogni ostacolo? Anzi, per mio avviso, il più di quest'aria infiammabile non vi annida tampoco colle sue parti integranti, cioè bella e formata, ma vi sta per modo, che un principio è separato dall'altro, cioè l'Acido dal Flogisto, i quali solo s'accozzano, e finiscono di combinarsi, e acquistano i caratteri d'aria elastica permanente nell'atto stesso, che per alcuno de' processi naturali o artificiosi si svolge da' corpi, come ho già accennato verso il fine della terza Lettera. L'aria infiammabile pertanto allora solo viene a comporsi quando si sprigiona; e spesso il momento del formarsi e del presentarsi è seguìto immediatamente dall'avvampare, come interviene nel caso in cui è recata o spinta fuori dei corpi durante il loro abbrugiamento; ma sovventi volte pur anche sviluppata, giace oziosa; tale è quella ch'io ho scoperto prodotta dall'intera macerazione e putrefazione de' vegetabili sott'acqua.

Come poi l'aria arda e brilli in fiamma, parte è detto nella citata lettera, e parte rimane a spiegarsi. Richiamatevi a mente le condizioni, che ivi ho stabilite necessarie indispensabili per qualunque accensione: cioè *forzosa scomposizione del flo-*

gisto dalla sua base, e continuo trascorrimento di esso nell' aria comune. Ma se tanto addiviene in ogni corpo, che arde ancor senza fiamma, come fa il carbone; creder dobbiamo, ed evidente cosa è, che per fiammeggiare faccia d'uopo di un non so che dipiù. Or questo dipiù è appunto l'aria infiammabile, cui non può fornire il carbone, mercè d'esserne già stato esausto. Venghiamo pertanto a conoscere, che lo scomporsi d'un corpo fisso e consistente, o lo staccarsene il flogisto, ed effondersi all'aria comune (la quale siccome menstruo di lui proprio avidamente ne succia e se ne impregna) altro più non presenta che il fenomeno della semplice combustione. All'incontro una simile scomposizione e svincolamento del flogisto da una sostanza la quale esiste in forma aerea, la combustione di questa, l'effondersi, il trascorrere il flogisto *da aria ad aria* ne offre l'altro fenomeno infinitamente più bello dell'avvampare o fiammeggiare.

Ciò che all'occhio fa parer il corpo della fiamma cotanto diverso da una bragia ardente, si è la fluidità e trasparenza nell'uno, la solidità e opacità nell'altro corpo. Nel legno che abbrucia voi vedete la sola superficie, da cui scaturisce il flogisto; la massa interna è coperta, e appunto non abbrucia: all'incontro niun velo vi toglie di penetrare col guardo addentro nel volume d'aria infiammata, le cui parti fluide in continua agitazione e flusso incessante tutte vi si presentano di faccia, e di più vivo lume vi feriscono.

Ma come, mi opponete, arde tutto il corpo d'aria infiammabile e fuori e dentro? Non sostenete voi, che non si può dare accensione salvo che in contatto dell'aria comune? E non siete voi, che mi avete voluto far vedere, come all'istessa legge va soggetta l'aria infiammabile medesima, mostrandomi quel sottil velo di fiamma sulla bocca della caraffa, che va pigra e lambente consumando il corpo d'aria infiammabile rinchiusa? (*) Sì: ma già sapete, ed io vi ho pure mostrato, come quell'aria avvampar possa in un baleno da cima a fondo, ove si trovi tramescolata con abbondante aria comune. Così aprendo un vaso pieno anche di pura aria infiammabile, sol che sia di bocca larghissima, all'appressarvi la candela, tosto la fiamma e lanciasi fuori alta, e corre ad occuparne tutto il vano, mercecchè l'aria comune a un tratto vi si è confusa. Or l'aria infiammabile de' corpi, che s'abbruciano all'aperto, è in tal caso; questa o s'alza già mista, o tosto si mesce alla comune atmosferica. Rappresentatevela divisa in molti fili attorniati da' fili d'aria comune, a cui perciò niente osta, onde tutt'insieme e all'esterno e nell'interno prendano ad ardere.

Finalmente alla vivezza e lucidezza della fiamma conferisce per insigne maniera la già accennata agitazione, e il moto rapidissimo delle molecole stesse aeree infuocate in un coll'accorrimento di sempre novella aria atmosferica. Non veggiamo infatti, che

(*) Lett. I. pag. 6 e 7.

le bragie attizzate da forte soffio si fanno candenti a segno di emulare nel fulgore la fiamma medesima, cui solo pareggiar non possono in ciò ch'ella è un corpo espanso, fluido, e trasparente?

Del resto, siccome le ultime parti *integranti* di un fluido deggion essere solide, quello non essendo che un *aggregato* di queste, così considerate le molecole della nostr' aria infiammabile a parte (le quali nella supposizione che teughiamo sono corpicelli di solfo) la combustione di essa aria in fondo non differisce da quella del carbone. Anzi per certa maniera considerar noi possiamo la fiamma come un ammasso di picciolissime bragie ardenti indiscernibili una dall'altra, e portate in continuo flusso entro all'aria; e raffigurarcela, per modo d'esempio, in quel torrente o diluvio di faville, che da un legno già arso e mezzo consunto prendiam talvolta diletto di suscitare, stuzzicandolo e straziandolo. Vedetelo sul focolare quel grosso tronco cavernoso e fuori e dentro infocato, e me colle molle in atto di raschiarlo: ecco quante faville ne fo levare! Queste finchè son rare a segno, che l'occhio le possa discernere e seguir volanti, v'appajono quali sono, piccioli schizzi di bragie roventi momentanee; ma quando montano affollate in una piena rapidissima, e per un notabile tratto vi fanno una sensazione indistinta, allora per tutto quel tratto vi par di scorgere una fiamma lucida e viva.

Guardatevi non pertanto di abusare di questa immagine che vi ho messa sott'occhio, col pro-

nunciare che sia vera fiamma: perocchè quanto è lungi dalla natura di vero fluido un ammasso di sabbia minutissima, comunque a certi riguardi questa pure rassembri fluida, nello scorrere es. gr. e piover da un pertugio, onde avviene eziandio che da lungi si prenda in iscambio, tanto, anzi più assai differisce questo torrente di faville dalla vera fiamma, la quale è un ardere non di particelle libere, staccate, volanti, ma contigue, e formanti l'aggregato di un fluido, e fluido elastico.

Mi rimarrebbe ora a parlare di verj accidenti della fiamma; ma per metter fine a questa lettera, che non diventi un libro, mi riporterò in un'altra a considerare particolarmente i diversi colori, che prende e ne offre all'occhio la fiamma.

a

LETTERA SETTIMA

Como, li 15 Gennajo, 1777.

Sic unum quidquid paullatim protrahit aetas
In medium, ratioque in luminis eruit oras.
LUCR. V. 1387.

Voi, Amico, mi domandaste già, tra le altre questioncelle, che mi andavate facendo nelle vostre lettere, onde avveniva che le legna ardendo sul focolare, alzassero una vampa sì chiara, veemente, e viva; quando pur l'aria infiammabile de' legni, non meno che delle altre sostanze vegetabili e animali, estratta o colla distillazione, o sviluppata spontaneamente per la lunga macerazione e putrefazione, arde, come vedemmo, cotanto pigramente, e con una fiamma tutta cerulea? Or io mi credo in istato di potervi su di ciò soddisfare, e a un tempo somministrare il compimento delle prove alla proposizione, che ho preso a sostenere in tutta la lettera precedente (cioè che l'infiammabilità è tutta e unicamente propria dell'aria, che ha questo nome d'infiammabile); facendo vedere tra l'ardere dell'aria infiammabile raccolta e

cimentata a parte, e l' ardere de' combustibili al modo ordinario, la bella uniforme corrispondenza alle circostanze, in ordine alla vivacità, e ai colori onde la fiamma si veste.

Venghiamo tosto al paralello, principiando dal cimentar l'aria infiammabile de' vegetabili già bella e raccolta in acconce caraffe. Questa arde cheta cheta e pigra affatto. Sapete perchè? Il dissi già: perchè è tutta quanta pura aria infiammabile; epperò non può accendersi che sulla superficie, e strato per istrato, mano mano, cioè, che le si offre in contatto l'aria comune (*). Che se con molta copia di questa sia già stata dianzi tramescolata, o la bocca del vaso ben capace le ne offra a prima giunta un contatto assai ampio, la fiamma qui sorge più allegra ed alta; là scoppia tutta a un tratto, nè senza impeto. Sia finalmente la nostr' aria infiammabile mista non più con aria comune, ma con quella, che acconciamente chiamasi *deflogisticata*; la fiamma ne vien fuori di gran tratto più attiva, e il calore e il rimbombo dello scoppio si sente incomparabilmente più grande (1). La fiamma adunque in che si consuma la nostr' aria debbe la sua maggiore o minor forza e vivacità alla presenza e allo stato dell' aria contigua, che sopra di sè ne riceve la scarica, come veduto abbiamo. Tosto vedremo che la cosa non

(*) Lett. II. pag. 19.
(1) Lett. III. pag. 23.

sta altrimenti, ma va del pari colla fiamma, che sorge dalle legna, e da qualsivoglia altro corpo divampante.

Intanto mi giova farvi considerare, che proporzionalmente alla maggior o minore rapidità e veemenza della fiamma risponde il colore più o men vivo, onde la medesima si veste, dall' imo grado che occupa l' azzurro carico salendo al supremo del più chiaro fulgore: in che pure camminan di pari e la mia aria accesa nelle ampolle, e i vostri corpi fiammanti (1). Infatti quando l' aria nativa delle paludi (che è pur quella, che di per sè fa la vampa azzurra più carica) arde più allegramente, es. gr. in una campana di vetro d' assai ampia bocca, il color della vampa è già divenuto porporino, rossiccio, od anche giallognolo. Men tinta ancora, ossia d' un chiaro pallido riluce la fiamma, allorchè scorre da cima a fondo nel vaso, in cui sta l' aria infiammabile allungata in sufficiente dose colla comune. Finalmente lampeggia con chiaris-

(1) Simile cosa erasi pure osservata nelle scintille, e ne' fiocchi di luce elettrica. Questi siccome più sparti, e meno vivi, hanno una luce rara che inchina al ceruleo; quelle, ove deboli siano, attraversanti un mezzo imperfettamente isolante, o striscianti lungo certe superficie di corpi tra conduttori e isolanti, hanno pure del ceruleo, o veramente pendono al color porporino; all' incontro ove scoppino attraverso all' aria pura e secca, e con impeto e fracasso la spezzino, come nella scarica forte delle caraffe, appajono sempre d'un chiarore abbagliante.

simo splendore, quando il miscuglio essendo d'aria infiammabile e di deflogisticata, lo scoppio fassi con sentore, e calore assai più grande.

Sebbene all'uopo nostro bastar dovrebbe l'esame delle vicende, a cui l'aria infiammabile cavata da' vegetabili soggiace nell'arder che fa, col confronto di quelle, a cui vedremo tantosto andar sottoposta la fiamma de' diversi corpi combustibili; pure servirà non poco attendere le considerazioni a ciò che accade alle altre arie infiammabili tratte dalle dissoluzioni metalliche. Queste arie siccome avvampano più rapidamente che quella de' vegetabili, e con iscoppio notabile, anche allora che non sono tramescolate con l'aria comune, così la loro fiamma non appare ordinariamente cerulea, ma rossiccia chiara, ovver giallognola (*) (più chiara di tutte è la fiamma dell'aria cavata dallo zinco). E superfluo il dire, che miste poi siffatte arie metalliche, e temperate con giusta dose d'aria comune, o meglio d'aria deflogisticata, a norma del tuono ed impeto che danno nell'unica esplosione, sempre più chiara ne brilla la fiamma. Piuttosto torna a proposito il farvi osservare, come degradar si possono (se così è lecito espri-

(*) Di questo ardere e scoppiare con più sentore, io ne ho, parmi non senza fondamento, accagionato il miscuglio fattosi dell'aria infiammabile con qualche piccola porzione di deflogisticata, generatasi insieme con essa durante l'effervescenza. (Ved. la Lett. III. pag. 22).

mersi) coteste arie infiammabili, conducendole ad ardere pur con fiamma lenta e di colore azzurro, simile in tutto a quella dell' aria cavata da' vegetabili. Tale potrei dirvi in prima che si mostra, o se non azzurra affatto, pendente al ceruleo, quando s' appicca alla bocca d' un vaso molto angusta, e appena va lambendola per entro: ciò non per altro succede, se non perchè il contatto e mescolamento dell' aria comune, ne vien molto impedito e ritardato, com' è per sè evidente. Ma voglio mostrarvi, che questa fiamma si ottiene assolutamente azzurra, qualora accompagniamo coll' aria infiammabile, invece della comune, un' egual dose o presso a poco, sia di *aria fissa*, sia di *aria flogisticata*, l' una e l' altra all' arder della fiamma nulla confacente. (*)

Dal che nuovamente si conferma, che il colore più o men chiaro della fiamma, e la rapidità e vigore di essa procedono di egual passo; e dipendono prossimamente dalla disposizione dell' aria contigua

(*) Il Dr. Priestley nota come considerabile questa apparenza della fiamma azzurra nell' aria infiammabile mista all' aria fissa; e dice non averne saputo per anco rinvenir la ragione (Vol. II. pag. 110). Che la medesima apparenza della fiamma azzurra accader dovesse mescolando aria infiammabile con aria flogisticata, lo sospettai tosta che mi suggerirono le riflessioni sui colori della fiamma, che ora vo esponendo; e presto quindi lo verificai. Il Sig. Don Marsilio Landriani l' avea già prima esperimentato, com' egli, non ha molto, mi comunicò.

a ricevere sopra di sè il flogisto, che da essa fiamma si scarica, o a parlar più giusto, ne ridonda dal disfacimento nell'ardere dell' aria infiammabile. Ciò posto, e fermo tenuto, intenderemo sempre come e quando cangiar debbano le apparenze, non che dell'aria infiammabile nelle bottiglie, ma sibbene della fiamma de' corpi palpabili esposti ad ardere.

Ed eccoci all'altra parte del confronto da me proposto: eccoci, a far l' applicazione de' fenomeni e degli accidenti delle arie infiammabili ottenute e cimentate a parte, con quelli dell'aria infiammabile, che schiudesi da' corpi posti in combustione all'aperto, e che avvampa nell'atto stesso di schiudersi. Sarete soddisfatto, s'io vi mostro nella fiamma del legno, della carta, dell' olio, della cera, degli spiriti, del solfo, le stesse stessissime vicende? e se dirigendole sperienze sugli indicati principj, e coerentemente a ciò che già abbiamo effettuato sulle arie, vi condurrò quella fiamma, che m' additate già chiara e viva, alla sparutezza e tinta cerulea; e quest' altra già per sè azzurra, porterolla al più vivo e chiaro fulgore?

Voglio mettervi sott' occhio un esperimento quanto semplice, altrettanto a mio avviso istruttivo; e che, se vi prenderete diletto di rifar da voi, basterà per certo a convincervi, se non lo foste ancora, di ciò che ho fin qui avanzato. Tengo sopra la fiamma della candela un cartoncino così discosto, che poco a poco ne venga abbrustolato: ecco già un sottil velo di fiamma spuntare, e dilatato appiccarsi alla superficie della carta in giù rivolta. È questa fiam-

ma vagamente cerulea; e ritirata la candela, procedente lento lento lambendo, simile alla fiamma della o-atr' aria cavata da' vegetabili, sì e per tal modo, che chi le ha osservate ardere amendue, per quanta forza voglia farsi, non potrà non giudicarle affatto identiche. Questo spettacolo, se il cartoncino è al-quanto fermo, se è fatto cavo a foggia d' un cappello o d' una coppa, se l'esperienza è ben condotta, riesce piacevole e dura assai tempo; mi par proprio allora di vedere una delle mie giare d'aria infiammabile, a cui ho appiccata la fiamma. Ma il bello non finisce quì; che il meglio sta nel contemplare cotesto velo di fiamma, mentre passa (a misura che va aprendosi a grande stento una via all'insù) grado grado dal primo color turchino all' indaco dolce o porporino, al rancio, al giallo pallido, al chiaro smorto, e finalmente al chiaro fulgido, cui allora tocca, che fatta la breccia attraverso il riarso e screpolato cartone, ha ottenuto la libertà di lanciarsi in alto.

Eccovi dunque anche quì il progresso de' colori nella fiamma, dal meno al più vivace e luminoso, consono alla forza che acquista la fiamma medesime: ed eccovi una cosa e l'altra dipendenti dal concorso e dalla disposizione dell' aria ambiente. Imperciocchè quando il cartone mette aria infiammabile soltanto dalla faccia di sotto (massime se concava) leggiermente abbrustolata, e quivi detta aria prende fiamma, essa siccome leggierissima non può dilatarsi e scorrere giù largamente, nè però tramischiarsi come conviene con l'aria comune, la quale

insù la preme e tienla tutta quant'è (che non è già molta) applicata contro quella specie di volta. In tal circostanza è dunque non gran fatto lontana dallo stato, in cui si trova l'aria infiammabile pura confinata sul fondo d'una giara in giù rivolta; e tanto più vi si accosta, quanto il cartone ha una concavità più profonda. Ma quando infine apertasi per largo squarcio la volta del cartone, trova l'aria infiammabile un facile sgorgo ed una libera uscita in alto, e l'aria atmosferica la sua circolazione per di sotto, mercè di che questa incalzando quella, vieppiù la sollecita ad ascendere, e fa che inondi e si confonda con altr'aria comune; allora tutte le circostanze apprestandosi favorevoli, la fiamma pure viepiù allegra si spiega, e in un colla forza comincia ad acquistare chiaro fulgore. Questa forza, che importa viva agitazione di parti e vivo calore, s'aumenta di più in più; mercecchè oltre allo sviluppare in maggior copia dal corpo abbruciante l'aria infiammabile, che ormai scaturisce da mille rivoli, anzi ascende a' fiumi e a' torrenti, e in vortici, e in ruote si volve e rammescola; oltre ciò, dico, fa anche l'effetto di incitare ognora e promovere un più celere accorrimento di sempre novella aria atmosferica, la quale reciprocamente, non tanto per l'azioni meccanica, quanto per la funzione sua propria di Mestruo del flogisto (siccome tante volte si è spiegato) ravviva vieppiù la divampante fiamma.

Or dunque non istupite più se la fiamma nata dalla carta, o più giusto dall'aria infiammabile esalata dalla carta, da prima si celle, cheta, lambente,

e di color turchino, s'alzi poscia cotanto ampia, e orgogliosa, e brilli con tanto di vivacità e di chiarore. Nè più prendete maraviglia, se quella pure delle legna, ch'è d'egual indole nativa, avvampa là sul focolare similmente, anzi più viva e luminosa. Le osservazioni fatte sul gradato incendio della carta, voi potete facilmente riportarle a questi ed altri combustibili. Piuttosto meco trattenetevi un momento a contemplare come sì la fiamma della carta, sì quella di un tizzone isolato, fulgida e chiara nel mezzo, riman però tinta del nativo suo colore cerulco nell'inferior confine, cioè rasente il filo della superficie onde s'alza; appunto ove il calor di essa fiamma sentesi meno intenso, l'agitazion delle sue parti, la corrente e l'azione dell'aria comune, sono visibilmente minori.

Posso io già additarvi lo stesso fenomeno, e più vanteggiosamente, nella fiamma d'una candela, di cui la base, ossia l'estremo orlo che veste e lambe tranquillamente l'ultima parte annerita del lucignolo ritiene il suo colore azzurro, mentre il resto della fiamma vibrata, ondeggiante, di luce candida risplende, e sol verso l'apice, se questo talora esce allungato, piega ad un rossiccio fosco: ciò che similmente ravvisasi nella sommità delle altre grandi fiamme, che il fumo offusca (*). Or volete voi, che

(*) E di vero, che in questo caso il fumo offuscante sia la cagione di cotal color rossiccio fosco, o tra rossiccio e giallognolo, può raccogliersi da ciò, che tutti sanno, come

vi ponga sott' occhio, anche in questa fiamma della candela, il variar passo passo de' colori, analogo e relativo ai varj gradi di vigore, moto, e vita, dirò così, della fiamma medesima? Per ciò vi suggerisco una semplice prova: tentate di soffocar questa fiamma poco a poco, coprendone la cima e angustiandola con un coperchio, nè piano, nè troppo concavo; quando giunto siete a schiacciarne l'apice (lasciatemi dir così) e l'avete ridotta più breve della metà, e tutta larga in cima; ecco già

---

ogni corpo risplendente di luce chiara, qualunque volta ci vien veduto attraverso un' atmosfera di fumo o nebbia folta, ne tramanda solo un lume rossigno. Or egli è visibile che il fumo eruttato dal lucignolo, o da altri corpi ardenti si fa di mole maggiore, e trattiensi a velare appunto l'apice della fiamma, cioè là ove essa già troppo rarefatta e per dissipamento venuta meno, non è più fiamma pura, ma fiamma e fumo insieme, cui essa non più giugne a domare e ad accendere, e da cui come da una densa e fosca atmosfera riman cinta.

Non debbo pur tralasciare che d'un cert' altro rosso più o men porporino si traveste l' azzurro medesimo, quando da un vivo chiarore tutto all' intorno è percosso. Così appare la fiamma del solfo e quella dell' aria infiammabile delle paludi a bel chiaro giorno: e così possiam talvolta esser indotti in errore nel seguire la successione delle tinte ne' nostri sperimenti; ma nol saremo, ove a tutte le circostanze scrupolosamente abbiasi riguardo. Che però, quando in tali mie osservazioni e sperienze noto il color rossiccio, il porporino, il giallo o rancio, intendo parlare delle vere tinte e gradazioni, che nella fiamma succedono.

cominciandone a smontare il vivo chiarore, vi divien giallognola e rancia; indi insistendo vieppiù e deprimendola, in ragione che si fa più breve e più cheta, prende un occhio rossiccio, o porporino o indaco; e come finalmente si trova vicina ad esser soffocata del tutto, voi vedete quel che riman del suo corpo, che ha vestito la tinta cerulea affatto. Adesso sollevando pian piano il coperchio, vi sarà piacevol cosa il veder rimettersi per la strada degli stessi colori indaco, rossiccio e giallo, il chiaro lume di prima. Lo stesso gradato passaggio de' colori, comechè rapidissimo, vi avverrà di scorgere, se vi porrete l'occhio attentissimo, nella fiamma, quando o col soffio tirato un po' lungo, o da sè per mancanza di pascolo, o per trovarsi chiusa, o immersa in aria flogisticata, si estingue: meglio anche, se rovescierete la candela colla fiamma in giù, finchè si spegna: vedrete dipiù in questo caso schizzarne via e cader a terra delle goccie infiammate e moribonde del più bello azzurro carico. Nè infine l'accennato successivo passaggio (però dalla tinta azzurra al lume chiaro) lascerà di presentarvisi nell'accender di fresco la candela, cioè nel primo momento che al lucignolo si appicca la fiamma.

Sicchè abbiamo accompagnata la fiamma di diversi corpi combustibili dal suo nascere, e dalla tinta men brillante al pieno vigor di vita, e alla pienezza di una chiara luce; e ricondotta l'abbiamo gradatamente al suo ultimo dicadimento e languore di vita insieme e di colore. Abbiamo procurato questo progresso e regresso a talento nostro più volte:

in breve, quello abbiam fatto, che ci eravam proposti per terminare il confronto colle arie infiammabili, messe da noi già prima a cimento. Che più dunque può rimaner di dubbio intorno all' identità dell' aria infiammabile, che si estrae da' corpi colla distillazione, o di quella che avvampa, quando si abbruciano a fuoco aperto, attesochè le vicende medesime vi han luogo? Io mi prometto adesso, che voi, Amico, non vi lascierete più abbagliare dalle vampe comunque lucidissime di un largo incendio; siccome pure son persuaso, che dal tempo che mi faceste la questione, che ora vi vengo rischiarando sul color e sulla vivezza della fiamma, postovi voi a contemplar più attentamente alcuni particolari fenomeni delle legna che ardono appunto sul focolare (quelli ch' io non mi stanco di contemplare e studiare) avrete cominciato già di per voi a conciliarvi coll' idea della pura e sola aria infiammabile, che colà avvampa. Certamente vi son corse all' occhio quelle fiammelle azzurre, or tiranti al porporino o pagonazzo, e or miste di giallognolo, che a capo degli stizzi, schizzano a cigolano talvolta, o ne lambono la nera corteccia: quelle più dolci turchiniccie, che scherzano e ondeggian ne' cavi de' grossi tizzoni già mezzo consunti e vicini a sfasciarsi del tutto in bragie, o sopra le bragie medesime, se alcun poco si attizzano: quella pure di color cilestro, che soffiando sulla cima solamente rovente di un tizzone preso fuori del fuoco colle molle, sorge novella, e non senza quello scoppietto proprio dell' aria infiammabile. Dite, rimirando tali fiamme,

non vi è sembrato, e non avete realmente creduto di veder dell'aria infiammabile accesa? E osservando come spesso la fiamma turchina lambente es. gr. la fessura d'un grosso stizzo si convertiva ad un tratto in una vampa alta, chiara e brillante, non avete stimato, che fosse tuttavia la medesima aria a fiamma, fatta, dirò così, per un raddoppiamento, più grande, e in un più attuosa e rilucente? Egli non vi dovea poi essere sfuggito, anche prima di quest' ultime ricerche, come il carbone ordinario (*) manda fiamme vario-colorate; a come tra metalli il rame, e meglio l'ottone di cotai vaghe fasce dipinte verdi, gialle, azzurre distinguono la lor fiamma. Finalmente conoscevate troppo bene la fiamma mita turchina dello spirito di vino, e quella del solfo d'un azzurro più carico.

Ma già vi veggio voglioso d'intendere la ragione; perchè queste fiamme non mai salgano al grado di chiarore, che nelle altre osservato abbiamo. Il perchè va lo dirò: essa non giungono a farsi adulte, e a goder, a mio modo di dire, pieno vigor di vita. Non vadete, nelle bragie singolarmente, nel solfo, come umile se ne sta la fiammella, e va cheta lambendo? Alzino il capo orgoglioso, sgorghino impetuose le fiamme es. gr. da una larga superficie di spirito di vino bollente, fumante, tosto lampeggieran chiaro. Ma, e onde viene, voi di nuovo mi

(*) Dico il carbone *ordinario*; perchè il vero perfettissimo carbone arde senza mandar fiamma di sorta.

ripigliate, che dalle bragie, dal carbone, dal rame, dallo zolfo, dallo spirito di vino nello stato ordinario, sol tenue e breve s' alzi la fiamma? Non sapete indovinarlo? Eppure dalle osservazioni fatte fin qui avete dovuto meco raccogliere che, perchè l' aria infiammabile arda con chiara vampa, si ricerca rapido e copioso svolgimento di quest' aria dal corpo posto in combustione; e più di tutto, facile e pronto concorso d' aria nata fatta a ricevere sopra di sè la scarica del flogisto, e che a tal officio si presti con la miglior attitudine. Come alcuna di queste due condizioni manchi, e singolarmente la seconda, l' aria infiammabile arderà sempre tanto più languida, e tanto men chiara. Ora egli avviene appunto, che negli esempj allegati o l' una o l' altra, od anche amendue mancano. Nelle bragie, ne' vivi carboni, nel rame posto a fondere, lo sviluppo d' aria infiammabile è scarso assai: in quelli, perchè omai esausti ne vanno, mercè la già sofferta combustione; in questo, perchè realmente atto a generarne poca per tal via.

Riguardo allo spirito di vino e al solfo, non dirò io che pochissima aria infiammabile somministrar possano; quantunque fondamento abbiamo di credere, che meno assai ne forniscano degli olj e del grasso, i quali e dan più ampia fiamma, e la mantengono, in pari volume, assai più a lungo innanzi consumarsi. Osserverò soltanto, che impregnano di flogisto l' aria comune: dal che ne nasce, che quest' aria comune ambiente l' aria infiammabile, che scaturisce da que' corpi, e con essa pare mescolata,

trovandosi già mezzo sazia di flogisto, e però poco disposta a caricarsene di novello, non ne permetta all'altra un facile e libero sfogo, e non la lasci ardere allegra e chiara, ma appena lambente e azzurra: come appunto vedemmo succedere nell'esperimento di meschiar in una caraffa l'aria infiammabile colla *flogisticata* (*).

Che il solfo scomponendosi *flogistichi* potentemente l'aria d'attorno, non accade dubitarne: basta osservare come si il fegato di solfo, che una pasta di limatura di ferro e solfo, in poco di tempo viziano l'aria, in cui stan confinati, al sommo grado, non che al segno di spegner la fiamma. Quanto allo spirito di vino, egli è pur costante, che va eruttando il suo flogisto, e vizia l'aria: e può bastar l'osservazione, che il volume d'aria, che gli sta sopra in una giara coperta con forte vescica (ho in mira que' vasi in cui si conservano nello spirito de' pezzi d'anatomia), si diminuisce notabilmente; ciò che si fa sensibile dal rendersi concava la stessa vescica.

Quest'ultima ragione dell'aria ambiente flogisticata milita pure per le bragie, per il rame che si fonde, e singolarmente per il carbone, l'esalazioni del quale si sa quanto potenti siano a render l'aria soffocante. Ma come per le semplici bragie? Come per il rame? Le bragie, dico, son pur esse carbone, sebben più leggiero, e che scarica minor flogisto: il rame fondendosi e venendo in parte calcinato, dee

(*) Vedi pag. 103.

molto viziar l'aria; che la calcinazione è un gran *processo flogisticante*.

Dopo ciò intendiamo ancor meglio, come negli esperimenti più sopra riferiti la fiamma depressa e coartata della candela, e quella pur di fresco nata sotto il cartone, cui appena lambe, abbiano, finchè tali, la tinta azzurra: cioè finchè l'impedimento del copeichio e vi tien ragnnata intorno l'aria che di mano in mano soffre un flogisticamento dalla fiamma medesima, e non concede libero accorrimento e circolo d'aria novella e pura, come a suo luogo si è spiegato.

Or veniamo ad una prova, che sarà la più decisiva e luminosa in conferma di ciò che fin qui ragionato abbiamo sulla buona o prava disposizione dell'aria ambiente, cagion precipua, se non forse unica, della vivezza, esaltamento, e chiarore della fiamma, o della sua depressione, lentezza, e tinta azzurra. La prova è quella che facemmo noi già insieme (richiamatevela, Amico) d'immergere cioè un solfanello acceso nell'aria deflogisticata. Vi sovvenga come non sapevamo saziarci di rimirare la fiammella cilestra, al primo toccar quell'aria, avvivata prodigiosamente, e di luce candidissima sfolgorante. Non parlo del tizzoncello di legno, del candelino di cera in particolare: basta dire, che luce più bella non si vide mai; e all'uopo nostro conchiuder basta, che dentro all'aria deflogisticata, che è quanto dire sitibonda e bibace del flogisto, siccome ogni combustione, ogni vampa è rapida, viva, luminosa oltre ogni credere, così è ben lungi

che alcuno dei colori giallo, rossiccio, azzurro compagni sol di fiamma languida e poco vorace, vi abbia luogo mai; fintanto che a poco a poco deteriorandosi anche quell' aria pel flogisto, che dal corpo che arde vi si scarica addosso, non viene a toccare la mezzana condizione dell' aria comune, o è depravata anche più in là (*).

(*) Molti hanno cercato di render ragione del colorito della fiamma, e singolarmente di quella tinta cerulea, che siede alla base della fiamma della candela; ma niuno per avventura ha rischiarato come si conveniva tal fenomeno: le spiegazioni che s' incontrano son troppo vaghe e insufficienti, o non reggono. Alcuni si son contentati di dire, che le tinte della fiamma, segnatamente il turchino, vengono dalla sua debolezza: ma questi mi pare, che ci diano il segno, od una circostanza per la causa.

Musschenbroek però, non contento di dire semplicemente che il color azzurro nella parte inferiore della fiamma della candela procedesse dalla poca attività di essa fiamma in quel luogo, è passato più innanzi (ved. *Essay de Physique*) ad accagionare le parti vaporose tuttavia grossolane, e non anco ben domate e attenuate dal calore, il qual ivi alla base della fiamma della candela è poco intenso; siccome pure non lo è molto nella fiamma dello spirito di vino, e in quella del solfo. Ciò in vero non era destituito di verisimiglianza, e anzi sembrar potrebbe confermato da quest' altra osservazione: che un tizzone, se venga in piedi appoggiato al muro, e lo tocchi colla sommità, o giusta la faccia onde esce una discreta vampa chiara, questa appunto in que' confini toccati dal corpo freddo perde molto e vien meno del suo chiarore, e già già al ceruleo s' accosta. Ma pur una tale spiegazione punto non regge:

Terminerò questa lettera, che sarà probabilmente l'ultima sul soggetto, intorno a cui già da due mesi e più vi vo trattenendo, col proporre alcune questioni, ed accennarne, come meglio potrò, una qualche spiegazione.

---

e basta sol gettar l'occhio sulle fiamme del carbone fortemente attizzato, le quali azzurre sono, porporine ec. sebbene ivi il calore sia intensissimo, e debba aver attenuato e domato, quanto mai si voglia, le parti.

Newton (il quale era pur del sentimento del *fumus candens*, che vedemmo abbracciato dal Boerhaave) avea anche voluto ripetere il diverso colore della fiamma, dalla diversa natura e indole specifica del fumo. Ecco le sue parole (Opt. lib. III Quaest. X.) *pro hujus equidem fumi natura, flamma ipsa colores insuper varios trahit, ut flamma sulphuris caeruleum, cupri viridem, sebi flavum, et camphorae album.* Ma che vuol dire che nell'aria deflogisticata e il solfo, e il rame, e il sevo e che che sia, mandano la fiamma candidissima sfolgorante, la quale indi bel bello riconducesi al suo nativo colore? Che dunque? I fumi degli stessi corpi là entro non son più quelli di prima? Forsechè hanno mutato natura, e tutti a un modo; e indi ciascun riprende la sua? E i fumi della candela non saran neppure quei dessi, allorchè coartata la fiamma, come facemmo vedere, si tramuta in porporina, e finalmente in azzurra tutta quanta?

Altri altre cose hanno immaginato e detto. Ma la nostra spiegazione tolta dallo stato e disposizione dell'aria più o men sitibonda, più o men sazia di flogisto, per esser l'unica che può render compiuta ragione di tutte queste varietà e accidenti circa la vivezza e i colori della fiamma, niuno oramai dubiterà che abbracciar si debba con piena fiducia.

Se il chiaror della fiamma va di pari colla forza e vigor della medesima, e perchè mai la fiamma cerulea es. gr. dello spirito di vino soffiata e attuata col manticetto degli smaltatori non si rende candida affatto e chiarissima? Perchè anzi la grossa fiamma della lucerna d'olio, che usar si suole a tal uopo, con tutto il moto e l'intensione che acquista, in luogo di farsi vieppiù candida, degrada anzi volgendo in gran parte a un giallo o rossigno?

A ciò intendere convien distinguer bene tra un semplice condensamento, riunione, impeto di molte parti di fiamma in un luogo, onde l'efficacia colà di sua azione; e ciò che è propria e intrinseca vivacità d'ardere, ossia, come amo io di chiamarla, *vigor di vita* nella fiamma, onde il suo brio e risplendente chiarezza. Questo vigor di vita, come tante volte detto e veduto abbiamo, le si dà dall'aria ambiente, secondochè questa è più sitibonda di flogisto, vale a dire trovasi in istato di prender sopra di sè quello, che dall'avvampante corpo vi si scarica addosso; di promoverne e accelerarne lo svolgimento: così il sommo chiarore della fiamma nasce dall'ottima disposizione di quest'aria officiosa, dalla sua voracità, diciam così, a cui corrisponde sempre la voracità della fiamma medesima. Or nell'allegato esempio della fiamma incitata col soffio, non trovo io che accader debba questo più celere svolgimento del flogisto dal grosso stoppino, questa maggior voracità della fiamma sopra di esso; mercechè il soffio non fa che piegare e raccorre

verso un lato la fiamma tale quale è già uscita; anzi talor la porta via, con lasciarne a nudo una parte dello stoppino: altro non vi scorgo, che l'impeto accresciuto della fiamma contro il corpo opposto che investe, ossia l'applicazione di più parti a un tratto della medesima fiamma, e celerissimamente rinnovate: d'altra parte scoprovi un addensamento verso quella parte stessa che guarda la fiamma, di fumo nero, il quale causar dee quella tinta rossiccia fosca o giallognola: (vedi sopra la nota alla pag. 107).

In qual ordine succede esattamente la progressione de' colori dall' azzurro carico al chiaro lucente? È egli osservato l'ordine prismatico? E perchè li sette colori primigenj non vi si distinguon tutti?

L'ordine prismatico è rovesciato in gran parte; anzi in una maniera, che certo parmi molto degna d'essere notata e considerata. In quel modo che il terzo colore, prendendo da alto la scala prismatica, cioè il giallo, occupa nella gradazione delle tinte della fiamma il primo posto, ossia sta prossimo al chiaro candido; così quello che là è pure il terzo, salendo su dal basso, cioè il ceruleo, qui nella nostra scala è l'infimo, vicino, dirò così, al niun lume. Adunque il ceruleo e il giallo formano i due estremi delle tinte, che prende la fiamma.

Ma l'ordine delle altre tinte intermedie non è facile il fissarlo. Io per altro presumer vorrei, che fosse quel medesimo del calor nativo dei raggi colorati, che ha con ingegnose e dilicate sperienze

scoperto, il nobile amico mio D. Marsilio Landriani (1), per le quali trovasi appunto collocato in cima il giallo (2).

---

(1) Vedi Scelta d'Opusc. Interes. Vol. XIII.

(2) Innanzi che il Newton stabilisse la vera scala prismatica, ossia i gradi di rifrazione per ciascuno de' sette colori primigenj, io trovo presso più d'un autore segnata la traccia d'un'altra scala da quella prismatica alquanto diversa, e conforme piuttosto al grado di calore proprio di ciascun raggio, a norma della menzionata scoperta del Ch. Sig. Landriani, e similmente conforme all'ordine e successione de' colori della fiamma, giusta le mie proprie osservazioni: cioè io trovo collocato in cima il color giallo, in fondo l'azzurro e il rosso, e gli altri nel mezzo.

Fra tutti distinguesi il Sig. Hook, uno de' primi e più celebri Sperimentatori, nella sua Micrografia, seguito dal Du Hamel. Quest'ultimo così s'esprime (*De corporum affectionibus* lib. 1. cap. 14. § 7.): *Ac primum id non abnuerim, quod a viro clarissimo uberius fuit disputatum, colores, de quibus hoc loco agimus, flavo et caeruleo contineri .... Sed flavus lucis candori vicinior, caeruleus nigro propior*. E altrove (Astron. Phys. lib. 1. cap. 4). *Flavus inter album et rubrum medius est, uti caeruleus nigrum inter et rubrum medium locum abtinet*. Fin qui ottimamente: se attenuti però si fossero quegli autori all indicata gradazione in ordine soltanto al calore, vivacità, intensione de' colori; e non già in ordine alla rifrazione, cui i raggi colorati primigenj soggiacciano. Ma quando a questa pure l'hanno voluta estendere, troppo solennemente ingannati si sono; e la prevenzione così di grosso li ha fatti travedere, che pare impossibile. Ecco cosa dice l'istesso Du Hamel (loc. cit.) sulle tracce del De Chambre. *Cumque in iride, quae per trigonum crystal-*

Non è facile, dico di fissar nella fiamme le tinte intermedie, ossie l' ordine successivo di queste;

linum efformatur, flavus color supremum teneat locum, eui rubeus succedit, ac caeruleus tandem ultimo loco subsidat; manifestum est rubeum colorem esse flavo debiliorem, ac minus lucis obtinere, quemadmodum rubeus est caeruleo vegetior.

Questo ultimo passo, come si vede, contiene del vero e del falso. Falsa apertamente è la prima parte, rapporto alla scala prismatica; vera la seconda, che riguarda il calore e l' intensione de' raggi. Ma che? lo spirito di sistema, e una certa analogia doveva tal cosa persuadere, cioè che la forza e il calore de' raggi avesse un proporzionato costante rapporto colla minore o maggior rifrangibilità dei medesimi. Così prima che colle esatte luminose esperienze Newtoniane si fosse assegnato invariabilmente il posto a ciascuno de' colori primigenj; le altre osservazioni portate sulla vivacità de' colori, aveano condotto quegli autori a mal disegnare la serie prismatica. All' incontro dopo che questa fu immobilmente stabilita, molti esser dovettero portati come a viva forza ad attribuire ai raggi vivacità, intensione, calore, corrispondenti al posto, che dal prisma ottengono. Vaglia per tutti il Sig. Conte de Buffon. « Io presumo, dice, (Introduct. à l'Hist. des Mineraux), che la » luce in se stessa sia composta di parti più o men calde. » Il raggio rosso, dee in ogni circostanza conservare molto » più calore ».

Ma se il calore nativo e proprio di ciascun raggio non segue esattamente la ragione reciproca della rifrangibilità de' medesimi, a che più tormentarci per quella uniformità, che avremmo pur voluto riscontrarvi, e con il fatto sfugga? Ecco il raggio giallo, che ha tolto la mano al rosso. Che importa? Seguitiamo a ricevere dalla mano dell esperien-

mercechè quando pure si succedono realmente una dopo l'altra, ciò fassi con tale rapidità, che l'occhio non giunge a ben discernerle: che se più veramente non si succedono le tinte belle e staccate, ma più d'una a un tempo si compenetrano, dirò così, e parte dell'una e parte dell'altra si mescolano e confondono, che altro risultar ne dee da tal miscela, che un colore dubbio e mal contrassegnato, quale appunto sovente ci si offre? Comunque ciò accada intenderemo facilmente, che i due estremi, giallo e azzurro dominar deggiono e spiccare sopra tutti, e spesso soli esser notati; ove anche poniam mente, che questo da una parte, quello dall'altra vengono a tirare (mi sia lecito così esprimermi) sotto alla propria insegna i colori finitimi; vale a dire l'azzurro assorbe il porporino e il violaceo, il

---

za nuove e inaspettate verità. Non ci stanchiamo di ritornar sovente sù i passi degli antichi e de' moderni: ritroveremo in questi sempre alcuna cosa da schiarire, o limitare, o riformare; in quegli incontreremo de' tratti, de' lumi relativi ai novelli ritrovati, e alle novelle teorie; anzi le teorie medesime talvolta vi riscontreremo bisognose soltanto di venire a ampliate o ripurgate; e compiacenza ne avremo, quale io l' ebbi di fatti nell'avvenirmi ne' passi citati, ove il giallo è collocato prossimo al candor della luce: il ceruleo alla scurità, non altrimenti ch'io ritrovato avea ultimamente accadere rispetto alla fiamma; e quale similmente averla dee il nostro Landriani, che la superiorità de' raggi gialli in ordine al calore ha con decisive sperienze d'ogni maniera provata; e ricondotto così quel colore, salvi i diritti prismatici, all'antico eminente suo possesso.

giallo ingoja il rancio e il rosso: per la qual lega il campo tutto quasi occuperassi qui dal giallo più o men rancio, più o men rossigno; là dal ceruleo più o men pavonazzo, più o men indaco o porporino. E a questo luogo è pure da notare, che siccome nella scala prismatica il campo fatto dei tre colori violacea, indaco, azzurro ha maggior estensione che quello degli altri tre rosso, aurora, giallo (*); così pure nella tinta della fiamma regna quel ceruleo tra puro e misto, assai più che il giallo o il rancio.

Del resto come che nella fiamma ordinaria ad un occhio troppo superficiale non s' affacci che un lume chiaro, e soltanto attorno alla corteccia d' alcun tizzone quà e là alcune fiammelle di un azzurro or puro or misto, or carico or diluto, e al più de' tratti di giallo o rancio parimenti dilavato; non di rado però un più attento osservatore vi distingue de' solchi, dirò così, che hanno un occhio più segnatamente rossigno, un incarnatino, e talor pure delle fiammelle verdognole. Noi poi meglio ancora negli sperimenti sopra riferiti del cartone, che dolcemente s' infiamma per di sotto colla candela, e della candela medesima, cui con un coperchio si vien grado grado soffocando, ve ne abbiam colte e mantenute per alcun tempo di tali tinte intermedie un po' più spiccate, l' indaco es. gr., il rosso, il rancio

(*) Cioè divisa la scala in 360 parti, il violacee ne ha 80, 40 il porporino, e il ceruleo 60. Dall' altra parte il rosso, il rancio, il giallo 45, 27, 48.

ben contrassegnati. Infine se tratteneremo vogliamo a bene osservare una bragiera di carbone, vedremo che non ne sorge fiamma, che non sia colorata; e le gradazioni in ispecie dell'azzurro, porporino, violaceo ci si faranno marcar distintamente. Fuori di questi casi o d'altri simili di lento progresso e regresso della fiamma, tutte le tinte di mezzo, egli è vero, smarrita sono per noi, se non cancellate propriamente; e talor fino il giallo svanisce, passandosi dal puro ceruleo al chiaro candore, e viceversa, quasi per salto, tanto l'intervallo è sfuggevole: com'è a vedere in alcuna fiamma dei tizzoni, e segnatamente nella fiamma della candela lasciata libera, in cui la base di tinta affatto cerulea si confonde tosto e perde nel chiaro lume (*). Che più?

(*) Presumono alcuni di distinguere in questa fiamma della candela tutta la serie de' colori. Il Sig. Opoix nelle sue Osservazioni Fisico-Chimiche sopra i colori (veggasi il Giornale di Rozier. Agosto 1776. pag. 104) riporta questo passo delle Effemeridi d'Allemagna: » Nella fiamma del » fuoco domestico, della candela ec. si osserva che l'estremità della fiamma è rossa, in seguito compajono il rancio » e il giallo, i quali confondendosi insieme non fanno in » apparenza che un sol colore, che è quello del corpo della » fiamma. Al basso della fiamma si vede distintamente il » verde; infine si discerne qualche volta una piccola fascia » violacea » Conferma poi l'istessa cosa l'autore, e tiene l'ordine medesimo, cominciando però dal nero del lucignolo. » Gli altri colori, dice, non altrimenti che nel prisma, si succedono con questa serie, violaceo, turchino » verde, giallo, rancio; infine il foco e la riunione della » fiamma in un punto, è rossa ».

l' azzurro medesimo, che gode un dominio più esteso, siccome vedemmo, avvien pur anco, che ci

---

E qui osservo, che pur troppo salta all' occhio la prevenzione e l' impegno di mantenere in tutto e per tutto l' ordine prismatico, di che nella lunga nota anteriore si è parlato. impegno che ormai debbesi abbandonare, quando si tratta del calor proprio e intensione de' raggi, e della succession delle tinte nella fiamma, in cui, per dirlo anche una volta, occupano gli estremi il giallo, e il ceruleo: ond' è che han colpito bene gli autori d' un secolo fa nella stessa nota citati, stabilendo che. *flavus lucis candori vicinior, caeruleus nigro propior*.

Del resto, tutti que' colori, e segnatamente il verde, che si è preteso discernere immediatamente dietro all' azzurro nella base della fiamma, io confesso di non avere mai potuto distintamente ravvisare, per quanta pena mi sia dato, e per quanto mi pungesse e mi punga tuttavia il desiderio di ritrovarveli. Tutto ciò, che scorger mi è dato nella fiamma della candela, oltre il corpo chiaro rilucente di essa, si è l' apice giallognolo o rossiccio; la base tutta azzurra; attorno a questa non meno che attorno a buona parte del corpo vero della fiamma un piccol velo, anzi una tenue sfumatura di violaceo visibile appena da vicino; finalmente attorno e sopra il lucignolo, per entro al corpo della fiamma, una parte di essa di figura similmente piramidale, ma più breve, men risplendente, ossia d' un cinericcio fosco, la cui parte intima confinante colla base azzurra potrebbe per avventura dirsi aver qualche leggier tinta di verde, ma verde livido e smorto. Checche ne sia, e ne paja ad alcun altro, è certo infine, che l' azzurro nella fiamma della candela è assai spiccato, e salta agli occhi di tutti; la gradazione delle altre tinte è sì sfuggevole e dilicata, che sembra farsi da quell' azzurro al bel chiaro, non un passaggio, ma, siccome dicemmo, un salto.

sfugga e s'involi, se talor rapidissima la fiamma o monta al suo sommo, o muore a un tratto: se d'improvviso alta sorge una gran vampa, o se bruscamente s'ammorza.

Ma il verde occupa pure il bel mezzo tanto nella scala prismatica, quanto in quella del calore originario de' raggi colorati. Come dunque questo verde non si mostra che punto o poco nella fiamma ordinaria tra 'l suo gradato passaggio dall'azzurro al giallo, e vice versa? E perchè in vece spicca così bello e ameno nella fiamma del rame? Dirò in prima che il verde, il qual tiene il giusto mezzo tra i due estremi dominanti, giallo, e azzurro, viene anch'esso, a modo d'intendere, strascinato a collegarsi con quello o con questo stendardo, o a dividersi parte coll'uno parte coll'altro. Imperciocchè un po' di verde misto alla lega dell'azzurro, indaco, violetto, lascia ancora che regni un azzurrino, più o men marcato: siccome misto il verde medesimo alla lega del giallo, rancio, rosso, non toglie che domini tuttavia un certo qual giallognolo o rossigno.

Dipoi dirò, che non manca neppure nella fiamma ordinaria di farsi talora distinguere alcuna fascia di tinta proprio verdognola: più sovente egli è un verde livido o cinericcio, o un verdastro giallo; ma alcuna volta pur anco, è un verde tenero ameno. Io l'ho molte volte con diletto osservato, e fatto osservare a varie persone: anzi con un tizzone in mano, e col mio soffio ho potuto non di

rado far nascere una leggier fiamma in buona parte tinta di quel colorino, in luogo della solita turchiniccia.

Egli è ben vero, che niente quasi ha che fare questo verde stentato, dirò così, e indeciso, col verde vivo, sfoggiato, amenissimo ond'è vestita la fiamma del rame. Ma che perciò? Vorrà forse' dirsi, che quella tinta non sia una degradazione dal puro chiarore? Che sia così connaturale alla fiamma del rame, che punto non dipenda dallo stato e disposizione dell'aria ambiente? A torre quest' inganno io ho ricorso di bel nuovo all'aria deflogisticata. Mi valgo d'una carta dorata (cioè a dire coperta d'una foglietta di rame), usata già, e come da ruggine corrosa e guasta, la quale accesa presenta una parte della fiamma, massime inferiormente d'un bellissimo verde. Or non prima l'ho immersa in una giara d'aria deflogisticata, che la tinta verde sparisce affatto, e tutta uniformemente la fiamma brilla d'un chiaro splendidissimo: come poi quest'aria si va mano mano flogisticando, così grado grado ricompare il color verde nalla fiamma. Adunque nella fiamma del rame, non altrimenti che in quella degli altri corpi, le tinte sieguono la degradazione da quel pieno vigor di vita, che solo è compagno del massimo chiarore.

Ma se i metalli abbrugiando flogisticano per singolar maniera l'aria ambiente; e se l'aria flogisticata toglie alla fiamma d'ardere vivida e chiara, e la copre di questa o di quella tinta, come dun-

que il ferro bollente vicino a fondersi scintilla vivo, e chiaro? e come lo zinco arde con una fiamma sopra ogni altra candida e abbagliante?

Qui non altro avanzar io posso, che una congettura, ma congettura per me assai probabile. La fiamma dello zinco è sì sfolgorante, che rassomiglia, non si può dir dipiù, alla fiamma d'un corpo che arde nell'aria deflogisticata. Sarebbe mai possibile, che lo zinco abbrugiando producesse dell'aria deflogisticata? Sì, è possibile, e tanto, che la terra di questo semi-metallo di leggieri si volatilizza, e forma i fiori di zinco, ottimi a dare di tal aria. Se è vera tale presunzione, che lo zinco bruciando produca da sè dell'aria deflogisticata, perchè un pocolino non potrà pure produrne bruciando, e calcinandosi il ferro, dalla cui terra facilmente si slega il flogisto?

La nostra teoria delle tinte della fiamma, potrebbe mai conciliarsi con la novella teoria Fisico-Chimica dei colori del Sig. Opoix? o l'una all'altra dar lume?

Non son molto lungi dal crederlo; e già non lascia di andarmi a garbo quella terra che tiensi disciolta dalla luce, e che velandone più o meno lo splendore, secondochè vi si trova più o men grossa, più o meno attenuata, la vien a tingere di colori più o men vivi. (Ved. Jour. de Roz. Sept. 1776. pag. 210).

E tutta la gran teoría dell' azion dell'aria sopra il fuoco, considerata l'aria qual Menstruo, o dis-

solvente di questo, è ella sol di fresco venuta in luce?

Anzi tutta già da un secolo e più è nata e comparsa: e io confesso di non saper intendere come indi non sia tosto cresciuta, e venuta in onore. Il celebre Hooke, credo che ne fosse il primo autore; ma il Du Hamel l'espose, e le diè miglior lume (*).

(*) Ecco il passo più luminoso (De Corp. Affect. lib. 1 cap. 3. §. V.) *Nec mihi displicet hypothesis illa de ignis aut flammae origine, quam acerrimo vir ingenio, et exquisita industria in sua Micrographia leviter perstruxit. Aerem putat esse velut Menstruum, aut dissolvens universale, quod sulphurea quaeque corpora exsolvit. Idque tum efficit, cum ea corpora jam praevio calore sunt disposita: quod utique habet cum aliis Menstruis commune. Ex illa utique aeris actione in sulphurea corpora, calor intenditur. Ut in aquis stygiis, dum vim suam in metalla exerunt, et in plerisque aliis Menstruis cernimus ..... Vis illa dissolvens, quae in aere est, simillima videtur huic, quam in nitro fuso cernimus, nisi quod vis illa dissolvens in nitro fuso longe est major, quam in aere nam parum quidem nitri vim magnam eorum corporum, quae sulphurea dicuntur, exsolvit. Aer vero est instar aquarum fortium, quae multo phlegmate abundant, quod quidem vim earum retundit. Sic nitrosas et voraces, ut ita dicam, particulas non ita copiosas habet, quin cito, velut praeda sua, satietur, ac nisi novus subinde aer succedat, etiamsi idem calor perseveret, brevi flamma extinguitur. Quare ut in aliis solutionibus, menstrui debilitas recentis accessione suppleri potest; sic novus aer, aut*

- L'ultima questione sia questa. Dall'aria infiammabile scoperta in tanta abbondanza, e in tanti modi tentata e cimentata, non fia possibile di trarre alcun profitto? Senza ciò, diran molti, a che varrebbero in fine tali scoperte, e tali sperienze?

Dirò, che alcune mie ricerche di vero ebbero in vista l'utile e il vantaggio: che ho talvolta ruminato, se vi fosser mezzi onde far un uso economico dell'aria infiammabile, sostituendola es. gr. all'olio ec.: che ho pensato a inzuppare di quest'aria dei corpi molto porosi, della terra, e farne una specie di torba artificiale ec. A tutto ciò, e ad altre cose ho, dico, pensato, ma non le ho pensato a dovere sperimentate: che a tali sperienze ho veduto richiedersi molto tempo e molte disposizioni, e ingegni e macchine, che or non ho. Mi propongo bene a miglior agio di dirigere varj tentativi a tal oggetto. L'andar questi a voto non sarà una perdita per me; mentre anche le inutili sperienze, ed i riconosciuti errori giovano al Fisico, e al Filosofo. Amiamoci ec.

---

follibus, aut alio quodam modo adhibitus tam cito corpus dissolvit, ac validius quoddam Menstruum efficeret, cujusmodi est fusum nitrum, quod summo impetu, et quasi detonatione quadam sulphurea quaeque consumit... Rem vero ita se habere hinc conjicere possumus, quod ex hoc velut ignis et aeris systemate cuncta pene phaenomena facile explicari possint.

SOPRA

ALLA COSTRUZIONE

D'UN MOSCHETTO E D'UNA PISTOLA

AD ARIA INFIAMMABILE



LETTERE TRE

DIRETTE

AL SIGNOR MARCHESE

FRANCESCO CASTELLI

Queste Lettere sono state estratte dalla *Scelta d' Opuscoli interessanti* di Milano, Vol. 30. pag. 86., e 97. Vol. 31. pag. 3.

LETTERA PRIMA

Como 17 Aprile 1777.

Nell' Operetta che io ultimamente le ho dedicata (1), veneratissimo Sig. Marchese io facea cenno di un moschetto ad aria infiammabile, che di costruir mi studiava. Or avendo il disegno eseguito non d'una ma di varie costruzioni, stimo farle cosa grata presentandone la descrizione, e rendendole conto delle sperienze da me fatte.

L'impeto, e il fragore nell' accensione dell' aria infiammabile mista colla deflogisticata in vasi pur anche di bocca aperta sono abbastanza grandi, per giudicar tosto, che raccolta tutta l'azione e rivolta contro una palla di piombo, ne verrebbe cacciata così furiosamente, come nell' esplosione di una pistola ordinaria. L' ottener questo di dirigere lo

(1) L' Autore intende qui di parlare delle precedenti *Lettere sull' Aria Infiammabile* ec.

sforzo intiero contro la palla era il men difficile, ma io in tutte le ideate costruzioni ebbi in mira principalmente di render la pistola d'aria infiammabile maneggevole, e comoda e spedita la funzione di caricarla. Ella giudicherà com'io ci sia pervenuto.

ABC Tav. I. fig. 1. è un grosso cilindro cavo d'ottone (di cui per maggior chiarezza si rappresenta qui lo spaccato pel lungo) chiuso sul fondo B interamente, e dall'anterior parte serrato con un coperchio a vite, che ha nel mezzo il foro $a\,a$ tanto che vi passi liberamente un'altra canna di ottone aperta d'ambe le parti $D\,o$, e guernita sul fondo esteriormente di una grossa rotella $e\,e$ vestita di cuoi ec. per far insieme colla canna l'officio di stantuffo. Sul fondo del grosso cilindro o cannone ABC evvi da un lato un picciolo foro ossia focone b (come in una canna ordinaria da schioppo) nel quale entra ben chiusa la punta del cannello c ogni volta che si ha a caricare il nostro moschetto. Questo cannello c fa corpo col robinetto d'ottone $f\,g\,g$, al quale è raccomandata la vescica, o meglio un otre di pelle ben pieghevole G pieno dell'aria infiammabile, la quale viene aspirata, e riempie la capacità del cannone ABC, tostochè introdotto il cannello c nel focone b, e aperta la chiave f del robinetto, si fa scorrere allo stantuffo D e n e tutto il tratto del cannone.

Ben si comprende che l'apertura D della canna interiore vuole essere chiusa nell'atto che si fa giuo-

care lo stantuffo, altrimenti entrerebbe aspirata nel cannone l'aria atmosferica anzichè quella dell' otre; e dee anzi tenersi chiusa finchè è tempo di far lo sparo: come pure il focone *b*, acciò l'aria infiammabile non sorta fuori, e si dissipi. A tal oggetto quando non piaccia far uso di semplici e ben adatti turaccioli, adempiran meglio quest' officio de' cuscinetti a molla.

Vuolsi poi anche avvertire, che la palla di piombo si adatti mezzanamente alla canna, di maniera che possa ceder da se, o con poca forza cacciarsi da una bacchetta fin sul fondo *o*, dove dee la canna essare alquanto più stretta per trattener la palla, che non venga di là a cadere nel cannone. Per assicurar poi la palla medesima che non iscorra tampoco indietro, vi si caccia sopra (come nella carica delli schioppi da caccia) uno stoppacciolo. Or questa palla dee essere aggiustata a luogo nell' anzidetta maniera, e come si vede nella fig. 1. innanzi di tirar dentro al cannone col giuoco dello stantuffo l'aria infiammabile.

Caricato in questo modo il nostro schioppo, altro non rimane per far lo sparo, che aperto il varco D, e sturato il focone *b*, presentare a questo la fiammella di un candelino. Io preferisco un sottile solfanello con attorcigliato un tenue fil di rame, onde meglio s'introduce la fiamma nel focone.

Ma questa maniera di dar fuoco col candelino può piacere soltanto, ova uno vaghezza abbia di far un colpo di schioppo per mezzo della sola aria

infiammabile, senza alcun ajuto della polvere da guerra. altrimenti col soccorso di pochi grani di questa posti nello scodellino d' un acciarino adattato in un col suo calcio al cannone (a foggia degl' altri schioppi) il tirare non sara punto più imbarazzante o tardo di quel che lo sia con un moschetto ordinario.

M' aspetto che ella mi domandi, ornatissimo Sig. Marchese, s' io ne ho fatte le prove. Le dirò dunque tante averne fatte a quest' ora, che bastano ad assicurarmi dell' esito. Non già che io sia riuscito a far eseguire la macchina come io volea, e quale l' ho qui descritta: ciò mi è stato impossibile per mancanza di periti artefici. Ma pure un modello comunque grossolano ne ho fatto fare di stagno, col quale, tuttochè malissimo costrutto, ho potato cacciare la palla di piombo a gran distanze, e a quindici passi ho impresso in una tavola di legno degli scavi assai notabili. Quello poi di che mi son voluto assicurare, è che il focone comunque di foro angustissimo, non toglie che col solfanello, o colla polvere si appigli tosto la fiamma all' aria interna, e ne siegua in un attimo lo scoppio; sol che il miscuglio di cotest' aria, cioè dell' infiammabile colla comune o meglio coll a deflogisticata sia in giusta proporzione.

Nè però per cotal proporzione ricercasi un esattezza scrupolosa. Due terzi d' aria infiammabile metallica, ed uno di deflogisticata, la quale sia da quattro in cinque volte più salubre della comune (ciò che facilmente si determina dalla prova coll' aria nitrosa), od anche egual dose dell' una, e

dell' altra, formano un miscuglio assai acconcio, e tutt' insieme un aria, che io amo di chiamare *tonante*.

Di quest' aria tonante adunque debb' essere ripiena la vescica, o l' otre G, che si porta in tasca, e che può somministrare dieci, dodici, e più cariche.

Il cannone ABC, il quale contenga un quinto di boccale, può dare uno scoppio tremendo.

Resta solo a spiegare in qual modo si proceda a riempir l' otre dell' aria tonante, poichè non sembra punto facile l' introdurla per il cannello angusto *c*. Adunque il robinetto è fatto di maniera, che si svita in *g g*, e allora non rimane attaccato all' otre che un anello d' ottone, il qual presenta una bocca larga sei, od otto linee. Spremuta pertanto il meglio che si può l' aria comune dall' otre (ovver riempiutolo d' acqua per escluderla tutta), tengasi questo con una mano sospeso pel fondo Z in modo, che la già detta bocca aperta e larga peschi nell' acqua d' un catino; e coll' altra mano tuffata tengasi tutta sott' acqua una bottiglia piena d' aria tonante, col collo rivolto in sù, ma turato col pollice, il quale allorchè si ritiri alquanto, apra il varco a delle bolle, che gorgogliando salgano ed entrino direttamente nella bocca dell' otre, e ne lo vengano gonfiando. Quando questo ne è pieno a dovere introducasi sott' acqua, e al suo luogo si fermi a vite il robinetto colla chiave voltata, perchè chiuda: ecco fatto il tutto.

Avvegnachè lo schioppo fin quì descritto abbia i

vantaggi di caricarsi comodamente, e con grande speditezza, e di speditamente pure far colpo, non va però esente dagl' incomodi di lunga fatica e dispendio che esige soprattutto la preparazione dell' aria deflogisticata, e dalla noja che porta la richiesta mistione di quest' aria coll' infiammabile, per ridurla al grado di tonante. Ho dunque pensato a una nuova costruzione, poco in vero dissimile dall' altra, ma per cui l' intento si ottenga con preparar solo aria infiammabile metallica: di che non vi ha più facil cosa (a). Ma l' effetto dello scoppio senz' aria deflogisticata sarà molto minore. Verissimo: tuttavolta supplirvi può una maggiore capacità del cannone, e più forse ancora la diversità nella figura. Ecco come ho ideato di farla.

Il cannone ABC (fig. 2) ha una pancia sferica *o* (resterà a determinare se di figura ovale, o veramente schiacciata riesca migliore e più acconcia) al di sotto del sito ove arriva lo stantuffo; la capacità della qual pancia col rimanente del fondo A contiene circa il triplo della parte superiore cilindrica BC, che si percorre dallo stantuffo. Per tal modo venendo, col tirar questo, aspirata l' aria infiammabile metallica dall' otre, giugne a mescolarsi in giusta

(a) Da tre o quattr' once di limatura di ferro con un oncia d' olio di vetriolo diluto in tre o quattro volte tanto d' acqua, io raccolgo in meno di mezz' ora otto o dieci bottiglie d' aria infiammabile, che conservo finchè mi piace tenendo ciascuna bottiglia rimboccata in un bicchiere d' acqua.

dose colla comune stanziante già prima nel grosso ventre del cannone, cioè nella proporzione presso a poco richiesta perchè s' accenda ad un tratto e scoppi col maggior vantaggio.

Non accade fare osservare, che qui pure può adattarsi l' acciarino: che l' aria infiammabile pura può raccogliersi in maniera assai più comoda e spedita, facendo senza di tubi, e bocce, e catini d' acqua; cioè coll' adattare immediatamente alla bocca della caraffa, in cui fassi l' effervescenza e si genera l' aria, una dopo l' altra varie vesciche armate dell' opportuno robinetto. Meglio è riflettere, che il ventre, in cui si allarga il cannone contribuisce a meraviglia mercè la reazione dei lati a rinforzare l' impeto e il colpo, e ottiene conseguentemente un vantaggio grandissimo sopra una cavità tutta cilindrica, come per molti esperimenti assicurato mi sono. Egli è singolarmente in grazia di questa camera, e di varie se occorra, più che per la grandezza totale di questo nuovo schioppo, che confido di ottenere effetti punto o poco inferiori a quelli del primo descritto; e punto o poco inferiori a quelli d' uno schioppo ordinario.

Ora vengo a spiegare un' altra costruzione, che ho di fresco ideata, e che essendo la più facile di tutte ho tosto messo mano ad eseguire col miglior esito. Ho dunque immaginato di far senza ancora dello stantuffo e della doppia canna, e di valermi d' una sola, sostituendo (che è anche un vantaggio) all' otre o vescica un recipiente saldo e sicuro, come un fiasco d' ottone. La fig. 3. rappresenta la pistola,

e il fiasco per caricarla. Dunque una sola canna A B C, che termina in fondo nella pancia A, ed ha il suo focone c è la pistola intiera (intendasi senza acciarino e manico, i quali per altro non sarà molto difficile adattarveli). Quando voglio introdur nella canna circa un quarto della sua capacità d' aria infiammabile pura metallica, che conservo nel fiasco G, avendo in pronto in una gran tasca dei grani di miglio, o simili, ne verso con un acconcia misura per la bocca C entro a detta canna il volume che si richiede, indi fattala imboccare col collo *d* del fiasco che combacia a dovere, e capovolgendola, apro la chiave *e* del robinetto (in luogo di robinetto può valere un semplice cilindro *f* ben combaciante, che si ritira, e s'avanza, come si vuol aprire, e chiudere); ed ecco il miglio precipitando nel fiasco, dà luogo a sottentrar nella pistola un volume d'aria infiammabile eguale al suo. Ciò fatto, e chiusa la chiave *f*, scparo dal fiasco la canna: il resto circa la carica della palla e lo sparo s' intende, senza che altro io vi aggiunga.

Quest' ultima costruzione di tutte la più semplice, ho avuto campo, come dissi, di sperimentare; e ho trovato con grande mia soddisfazione che il colpo anche senz' aria deflogisticata è assai grande: ma grandissimo oltremodo è il rimbombo e la forza dell' esplosione quando nel fiasco si abbia unito all' infiammabile un poco d' aria deflogisticata, nella proporzione es. gr. 1 a 5 (*a*) o di 1 a 4.

(*a*) La dose conveniente per comporre un' aria al som-

Attesa una sì grande facilità di costruzione, ella non si maraviglierà, Sig. Marchese, ch' io mi sia in questi giorni rivolto quasi interamente a far prove moltiplicando, e modificando gl' apparati su questa forma. Anzi molti di vetro me ne son fatto costruire, riuscendo l' esperienza a tutti gli spettatori assai più sorprendente e bella, mercechè nel vetro e la semplice aria prima, e nell' atto dello scoppio la pura fiamma si travede. Comechè dunque la carica nelle prime costruzioni, ove giuoca lo stantuffo*, sia più spedita, essendolo tuttavia sufficientemente in quest' ultima, ove si opera versando e riversando una volta poca quantità di miglio; d' altra parte riuscendo questo stesso giuoco più curioso (oltre esser la macchina men complicata) mi ci sono perduto dietro a preferenza.

Intanto però queste sperienze dirette non tanto a divertire, quanto a far nuove esplorazioni sulla facile infiammabilità dell' aria, e forza di essa, mi hanno condotto dietro alla costruzione e al modo di caricare la pistola, di cui da ultimo ho parlato, ad un altra simile, quanto più piacevole, ed elegante, altrettanto più istruttiva. Egli si fu rivolgendomi

mo tonante è di un terzo e un poco più di deflogisticata, con due d' infiammabile metallica; ma volendosi caricare la pistola col fondere, e rifondere il miglio, non può a meno di non restarvi ogni volta una buona dose d' aria comune che alloggiava tra grano e grano. A conto però di questa debb' esser minore la dose d' aria deflogisticata, con cui si mescola prima l' aria infiammabile nel fiasco.

all' elettricità, che n' ebbi nuovi prodigi. Ho dunque una pistola che a bene esprimer tutto, vorrei chiamare *elettrico-flogopneumatica*, se un cotal nome così sonoro, e imponente non dovesse crear fastidio. Questa pistola può servire anche di saggiatore, vale a dire per misurare la forza di esplosione, che hanno le arie infiammabili. Essa mostra come tutta l' aria infiammabile ardendo si decompone, e sparisce ossia depone l' abito aereo, e cessa d' esser aria: finalmente conferma la mia sentenza, che ella sopra ogn' altra sostanza sia infiammabile in grado eminente, conciossiachè si accenda alla più piccola scintillunza elettrica, ad una scintilla appena visibile. Ora sto facendo costruire varj altri modelli di questa pistola: tosto che sian terminati, e che abbia promosse alquanto le sperienze, mi farò premura e recherommi ad onore di mandarlene alcuno, e in seguito ne stenderò la descrizione e l' uso. Sono ec.

LETTERA SECONDA

Como, 8 Maggio.

Spero, gentilissimo Sig. Marchese ch' ella non vorrà meco dolersi dell' aver io differito alcune settimane a liberar la promessa di darle una compiuta descrizione della nuova pistola elettrico-infiammabile, dappoichè ad una parte principale del debito contratto, ed alla curiosità di VS. Illustris. ho in questo frattempo di già soddisfatto, coll'averle in un de' giorni passati, di cui mi approfittai per fare una delle mie solite corse a Milano, mostrato l'istromento, ed eseguito sotto degl' occhi suoi varie esperienze: le quali anche in quell' unico giorno trovai opportunità di far vedere a più Professori, e a più Studiosi di cose fisiche, e amici miei di costì. Questa dilazione inoltre avrà portato un altro vantaggio, ed è ch' io le possa dar conto più esatto e più ampio di ulteriori sperienze ideate sol prima, ed oggigiorno in gran parte effettuate.

Ella ha veduto dalle mie Lettere stampate come io entrai nell' opinione, che l' aria infiammabile possegga questa virtù in grado senza pari, tosto che ebbi trovato che una scintilla elettrica assai

minore di quella che si richiede ad infiammar lo spirito di vino più rettificato, alluma la nostr' aria. Fin qui però io non avea assoggettata l'aria infiammabile alle scintille elettriche, se non che alla bocca aperta del vaso che conteneala: volli pertanto tentare in altra maniera, cioè se ricevuta la scintilla elettrica giù entro al vaso, l'aria ancora rinchiusa s' infiammerebbe (a). Confesserò che il

(a) Scorrendo la Storia dell' Elettricità del Dottore Priestley, trovo che l'esperimento di accender l'aria infiammabile colla scintilla elettrica non è assolutamente mio, e sì anche ha una data non molto recente. Parlando l'Autore al tom. 3. part. 7. sez. 1. delle sperienze dilettevoli, singolarmente dell' accensione di alcune sostanze infiammabili per mezzo di scintilla elettrica assai forte, come dello spirito di vino, del fumo di una candela spenta di fresco, dice formalmente » L' aria altresì prodotta dal» l'effervescenza della limatura di acciajo con dell' olio di » vitriolo diluto nell' acqua, e da molte altre sostanze, » che gettano un vapore infiammabile, può essere accesa » col medesimo mezzo ». Altrove pure asserisce, che il Dottor Watson tra le accensioni diverse da lui eccitate coll' elettricità avea ottenuto pur quella di vapori infiammabili fatta con processi chimici. Spiacemi di non poter vedere in fonte la descrizione di questi sperimenti: dalla maniera però onde vengono riportati da Priestley m' induco facilmente a credere; 1. che ad accender l'aria infiammabile riuscito siasi soltanto con scintilla assai forte, 2.° che ciò siasi ottenuto col far iscoccare la scintilla elettrica attraverso all' aria infiammabile, che attualmente generavasi, e prorompeva dal vaso durante l'effervescenza. Ma di più vorrei domandare, se a tempi delle sperienze

colpo io non me l'aspettava quando la prima volta nacque strepitosissimo, e mi spezzò la piccola boccetta di cristallo chiusa fortemente con turacciolo di sughero traforato da un fil di ferro, che discendeva fin verso il fondo della boccetta. Questa non essendo armata nè di dentro nè di fuori, ma sol impugnata colla mano, la scintilla spiccata dalla punta di ferro nell'aria rinchiusa non potè essere che debolissima.

di Watson, e da Watson medesimo conosceasi bene, e distingueasi l'aria infiammabile dai vapori infiammabili? L'eccellente Memoria di Cavendish sull'aria fissa, infiammabile, e putrida, del 1766 fu quella a mio credere, che mise in chiaro lume e in voga la dottrina delle arie. Checchè sia di ciò, ritornando agli esperimenti dell'elettricità sull'aria infiammabile, quello di accenderla confinata da un pezzo, e chiusa in un vaso, ho fondamento di crederlo nuovo, giacchè Priestley non riferisce alcuna simile sperienza nè nella Storia dell'Elettricità, nè tampoco nell'opera sua originale sulle arie. In questa anzi discendendo a parlare delle scintille elettriche ricevute nell'aria infiammabile, ci nota tutt'altro fenomeno che l'infiammazione. Molto meno poi ci lascia intendere, e neppure presumer potea, che la più debole scintilla elettrica bastasse a mandare in fiamma in una volta l'aria tutta del vaso, egli che aveala per sì restìa, e dice un carbone acceso non esser da tanto, e spegnervisi anzi al primo immergerlo: sperimento però che soffre grande eccezione, come io ho trovato, e pubblicato già nell'operetta ultima, mentre il carbone bene attizzato, un ferro ben rovente, e per escludere ogni sospetto di fiamma, un pezzetto di vetro candente non lascia d'accender l'aria infiammabile.

Quest' esito adunque cominciò ad avvertirmi, e i molti tentativi fatti in conseguenza mi assicuraron tosto, che la minima scintilla elettrica basta ad allumar l'aria infiammabile rinchiusa, sol che sia in giusta dose allungata colla comune. Ciò fu che mi suggerì di avanzar due punte metalliche una contro l'altra entro alla mia pistola di vetro, onde averne immancabile l'esplosione ad ogni scintilluzza elettrica. Basta gettar l'occhio sulla fig. 4 per vederne tutta la costruzione, e il giuoco.

BAC è la boccetta di vetro, ossia la pistola che ha una sola bocca C. Verso il fondo della pancia s'avanzano due cannelle *cc*, per cui entrano due mediocri fili d'ottone *bb* saldati con turaccioli di sughero e cemento, e vanno ad incontrarsi colle lor punte alquanto ottuse in *d* alla distanza sol di una linea, od anche meno. Uno o l'altro di questi fili d'ottone, od ambedue portano all'estremità esteriore una piccola palla destinata a ricevere la scintilla elettrica; ed è comodo che sian ripiegati in maniera da poter quando si voglia sospendere la pistola orizzontalmente, o verticalmente. Caricata che questa sia, si può in cento maniere darle fuoco con una qualunque siasi scintilla elettrica. Vi piace d'impugnarla? Fatelo in modo, che la mano tocchi in qualche punto l'un de' fili metallici, e date la scintilla all'altro filo opposto. Volete posarla, o sospenderla? Richiedesi soltanto che un filo abbia comunicazione con qualche conduttore, mentre l'altro cava la scintilla: insomma

basta che la scintilla sia determinata a saltare nell' interruzione dei due fili metallici in *d*.

Essendo pertanto le due punte distanti una dall' altra d' un brevissimo tratto, una scintilla tuttochè esilissima produce l' effetto. Questo è che rende un tal apparato estremamente comodo e curioso. Io mi porto in tasca la pistola di vetro (essa e perchè non sia soggetta a rompersi a qualunque urto, e acciò resister possa all' impeto dell' esplosione dell' aria, vuol avere grande spessezza di pareti), e un piccolissimo elettroforo del diametro di quattro pollici circa: così col dare la scintilletta dello scudo alla palletta d' ottone, come nella fig. si rappresenta, fo dovunque lo sparo della mia pistola; anzi provveduto di un fiasco pieno d' aria infiammabile per ricaricarla, e di alcune misure di miglio replico molti tiri e tutti assai speditamente.

Queste esperienze io un colla sorpresa degli spettatori portano a me pure una lusinghevole soddisfazione, qualora avendo fatta raccolta d' aria infiammabile nativa delle paludi, posso dire tutto è mio, tutto trovato da me: l' apparato elettrico; l' aria infiammabile originaria delle paludi; la costruzione della pistola.

Or non le sarà discaro, ornatissimo Sig. Marchese, che io mi trattenga a raccontarle alcune delle sperienze più singolari, che con questo stromento ho già fatte, ed altre che ho in idea di fare. Innanzi però premetter debbo alcune avvertenze

circa le cose che richieggonsi ad una buona e sicura riuscita nel maneggio della pistola. Perchè sebbene VS. Illustriss. lo abbia e bene osservato in mano mia, e appreso ad un tratto; pur come non potei allora in sì breve tempo spiegarle parte a parte ogni minuta cosa, opportuno io credo di qui farlo, stendendomi singolarmente sulla maniera di caricar d'aria la pistola, acciò ne divenga a lei, ove diletto le prenda d'intrattenersene, l'uso famigliare, e a chiunque ella potrà far parte di questo mio scritto.

La maniera di caricare è quella stessa, che nell' antecedente Lettera ho spiegato (fig. 3) cioè per mezzo dei grani di miglio, o simili. Or convien badare a non versarne troppa quantità nella pistola, perchè entrando in conseguenza del rifonderlo nel fiasco pieno d'aria infiammabile una dose soverchia di questa, o mancherebbe poscia di accendersi alla scintilla elettrica, o piccola e non intiera ne sarebbe l'esplosione (a). Se l'aria infiammabile metalli-

(a) Potrebbe sembrare straordinario, che tanto la troppa quantità d'aria infiammabile, quanto la poca, portina d'egual maniera l'esplosione men violenta che quando la mistione coll'aria comune è in giusta dose. Ma è da notare, che ove l'aria infiammabile eccede la misura, quando pur giugne ad infiammarsi (mentre se di troppo eccede punto non s'infiamma), non s'infiamma tutta; cioè quella sola porzione s'infiamma, che trova lo scarico nell'aria comune: il resto rimau tuttavia infiammabile, come io assicurato mi sono esplorando il residuo dell'aria dopo l'esplosione.

ca del fiasco è buona e pura, si porrà tanto sol di miglio nella pistola, che non giunga a riempirne mezza la capacità: basta che la riempia d'un solo terzo. Eppure negl' interstizi tra grano e grano vi è notabile quantità d'aria comune, la quale riduce la dose dell'aria infiammabile rispetto alla comune ben al disotto della proporzione di 1 a 2. Ma che? Io trovo che stando anche in proporzione di 1 a 3, di 1 a 4, a 5, a 6, a 8 non lascia di far esplosione. Abbiamo dunque una grande ampiezza, che ci dispensa da una troppo scrupolosa attenzione nel prender le misure esatte; e quasi direi, che per conto della dose d'aria infiammabile non si possa peccare che di soverchio. Ad ogni modo la proporzione d'uno di questa a quattro d'aria comune presso a poco mi par quella, che meglio all'intento risponda. Dietro a questo lume una facile pratica ne insegna tosto la dose di miglio, che conviene per la maggior forza dei tiri della nostra pistola.

È cosa per se chiara, che il fiasco dell'aria infiammabile continuerà a fornir altre ed altre cariche alla pistola, finchè questa potrà versarvi dentro nuove misure di miglio, vale a dire finchè detto fiasco nè sia per ultimo colmato. Ma v'è di più: anche dopo ricolmo il fiasco di miglio, imboccatavi la pistola, indi volgendoli sottosopra, cosicchè l'istesso miglio ne scorra da quello a questa, e da questa a quello, e ciò alcune fiate di seguito, se ne possono cavare novellamente due o tre e talor più cariche, a spese dell'aria infiammabile rimasta negl'interstizi dei grani. Anzi un tal giuoco torna as-

sai comodo di farlo tostochè nel fiasco tanto sol di miglio vi abbiamo versato, che basti, volgendolo come si è detto sossopra, a riempire la capacità della pistola, la quale lasciando di bel nuovo ricadere al fondo del fiasco cotesto miglio, avuto da lui per così dire in imprestito, si ritrova bell' e carica dell' aria infiammabile: torna, dico, un tal giuoco assai comodo, mercechè ne risparmia di portar appresso in tasca un grosso volume di miglio.

Vuol però osservarsi adoperando di questa maniera, che siccome ad ogni volta l' aria infiammabile contenuta nel fiasco viene allungata coll' aria comune che vi passa dalla pistola, e si riduce mano a mano a segno di non far più esplosione; così si dee crescere quasi di volta in volta la misura del miglio che si lascia cader dal fiasco nella pistola, finchè si giunga al termine di riempirla, e sull' ultimo di far ripassare innanzi indietro il miglio più volte. Io ho un fiasco della tenuta di un boccale; la pistola non ha che la settima parte, anzi meno di questa capacità.

Or le prime due o tre cariche le cavo pigliando di tasca un pugnetto di miglio, versandolo nella pistola, e trasfondendolo da questa nel fiasco; ciò fatto non ho più bisogno di prender nuovo miglio, che il già versato supplisce. Dunque capovolgendo e lasciando scorrere dal fiasco medesimo nella pistola tanti grani, che la riempiano alla metà circa, vengo a trarne due o tre cariche: indi due o tre altre riempiendo la pistola circa si due terzi: in seguito la lascio riempir tutta; e ciò ba-

sta per due o tre volte ancora. Finalmente ricavo le ultime tre o quattro cariche mediante l'azione di far scorrere il mio miglio a riempire e votar alternatamente la pistola imboccata già sempre col fiasco due, tre, quattro fiate. Ma senza che intorno a ciò mi trattenga più oltre, un poco di pratica che alcuno acquisti gl' insegnerà il modo e il quanto di questa foggia di caricare.

Dirò in vece qualche cosa circa aver trascelto a tal uopo i grani di miglio. E perchè mi si dirà non servirsi dell' acqua al solito? Io me ne servo pur talvolta; e me ne serviva sempre da principio: ma mi nascea l'inconveniente che le punte metalliche bagnate, e talor rendute un conduttor continuo per qualche goccia frapposta, disperdeano, o rendeano inutile la scintilla elettrica (a). Oltre a ciò il vetro bagnato facilmente pel calore nell' esplosione contraeva qualche fenditura. Mi si presentò la sabbia, la quale và esente da questi inconvenienti, ma non dal peso troppo incomodo. In fine dunque mi suggerirono i grani di miglio, o di panico, e di questi feci, e fo uso comodissimamente.

(a) Intendo la scintilla debole d' un elettroforo da tasca, o d'altro piccolo conduttore; mentre quella più grossa d' un conduttore capace, od anche meglio d' una boccetta, e sia pur piccola, che si adduce alla scarica, travalicando la goccia d'acqua interposta e continua alle due punte metalliche, e spicca in qualche modo e fa ancora il suo effetto d' accender l' aria. E dubiterassi ancora dell' impareggiabile infiammabilità di questa sostanza?

Or mi vengono collaudati i semi di lino siccome più scorrevoli, quei dei cavoli od altri picciolissimi. Per altro, come già dissi, mi valgo talvolta dell' acqua, segnatamente quando si tratta di tener conto della quantità d' aria infiammabile introdotta nella pistola; quantità che esattamente si misura dal volume d' acqua prima posto nella pistola, e che ne vien indi sloggiato dall' aria infiammabile.

Mi valgo pur anche d' acqua quando occorre di riempir il mio fiasco d' aria infiammabile. Ma non per questo mi è necessario immerger le mani nell' acqua di un gran catino. Questa maniera usata comunemente in siffatti esperimenti di travasare le arie, incomoda pur assai, massime d' inverno: ecco pertanto com' io schivo di immollar le mani. Ricolmato d' acqua il fiasco per mezzo d' un imbuto, v' imbocco una di quelle bottiglie, in cui, come già ebbi occasione di notare, conservo l' aria infiammabile, mercè il tenerle rivolte col collo in un bicchiero d' acqua; alzato quindi il fiasco in alto, si vuota gorgogliando dell' acqua, che cade a riempir la bottiglia, intantochè dell' aria, la qual viene di quinci sloggiata, si riempie il detto fiasco superiore, che staccato poscia dalla bottiglia, e ben chiuso mi fornisce provvisione per più cariche della pistola.

Fin quì trattenuti ci siamo intorno alla sola carica d' aria infiammabile. Ma e la palla, e lo stoppacciolo? Questa nostra pistola di vetro è destinata a far colpi di strepito sì, ma imbelli, ma senza offesa: essa è fatta per la conversazione.

Dunque non si parli neppur di palla; e il solo stoppacciolo le si conceda; sebben ancor di questo si può far senza, e nulla meno sentirne un esplosione sì fragorosa, ch'emuli quella d'una pistola ordinaria. (Un buon turacciolo però è indispensabile, ove vogliasi conservar la carica per alcun tempo). Caricandola di palla un pò forzata troppo anderebbe a risico il vetro di farsi in pezzi, e i vicini di riportarne offesa. Faremo sì dei tiri con palla da traforar tavole ec. con simigliante pistola fatta di metallo ben resistente (a); e per tali effetti strepitosi la caricheremo d'aria infiammabile mista alla deflogisticata. Intanto guardiamoci ben di porre aria deflogisticata nell'arme di vetro; il colpo

(a) Nella costruzione della pistola di metallo tosto si presenta una difficoltà, ed è che la scintilla elettrica non potrà saltare entro alla capacità della pistola, essendo la materia di questa un conduttor continuo. Non ostante si può e con forte mastice o (come mi è stato ultimamente suggerito) con un dado di cristallo ben incassato, far sì che rimanga isolato un fil d'ottone, il quale con facil mota a vite s'avanzi attraverso un lato entro al ventre della pistola fin contro il lato opposto. Or quando siamo avvertiti che la punta del fil d'ottone tocca il lato, col girar la vite indietro un passo, porteremo detta punta a tal distanza, che la scintilla elettrica abbia ivi a saltare.

Non ho luogo, e tempo di fare una più minuta descrizione di questa pistola di metallo che ho da poco tempo ideata, e che mi sta lavorando un artefice di costì. Quando l'avrò bella a finita potrò darne miglior contezza.

terribile lo manderebbe infallibilmente in mille pezzi: io ne ho avuto sott' occhio degli esempj spaventevoli. Parlerò dell' altre mie sperienze in altra Lettera.

Sono frattanto ec.

LETTERA TERZA



Como 15 Maggio 1777.

Or veniamo ad esperienze più singolari, altre eseguite già col novello stromento, altre eseguibili. Comincerò da quelle che sono se non altro curiose e sorprendenti; poi d'alcune più istruttive farò parola, dando quà e là qualche tocco sull'utilità che in varj casi ne potrebbe derivare.

Se è curioso il modo di caricare una pistola di vetro col versare e riversar grani di miglio, e di far lo sparo senza miccia, senza polvere, senza acciarino, con alzar semplicemente un piattelletto da tasca, lo è assai più, e lo stupore s'unisce al diletto, vedendo con una sola scintilla elettrica far in un colpo la scarica d'una serie di pistole comunicanti fra loro (*a*). Più ancora osservando l'esplosione

(*a*) In molte maniere si ponno disporre le pistole, o pendenti cioè una dall'altra pegli uncini de' respettivi fili d'ottone, o posate così, che detti fili si tocchino. A proporzione che la scintilla elettrica che si dà alla prima nella serie sarà più forte, un maggior numero di pistole

d'una, due, tre pistole in distanza qualunque, es. gr. standomi io che la eccito al supremo, e la pistola all'imo piano della casa. e ciò per via di due sottili fili metallici condotti come che sia da un sito all'altro, e mercè il toccarne i due capi a me vicini con una boccetta. E chi poi potrà restarsi dal concepire altissima maraviglia vedendomi per tal modo dar fuoco alla pistola anche seppellita profondamente sott'acqua?

Un tal mezzo di far lo sparo da lungi mi mette al coperto d'ogni tristo evento ogni qualvolta mi piace d'eccitare uno scoppio orribile e rovinoso col far l'esplosione di un gran vaso ripieno d'aria tuonante, cioè infiammabile e deflogisticata insieme. La fig. 5. pone sott'occhio la maniera, con cui ne vengo a capo facilmente. Due fili metallici attraversano il forte turacciolo di legno, che con rinforzo di luto, bende ec. chiude insuperabilmente la bocca del vaso. Questi due fili s'avanzano per entro al vaso medesimo, e vengono colle punte presso ad incontrarsi, al di fuori ripiegati ad uncino, o in altra forma s'annettono a due lunghi fili similmente metallici (meglio è servirsi di cordicelle tessute di seta insieme a qualche tenuissimo filo d'argento, per essere molto più pieghevoli, e comode da portarsi in tasca aggomitolate), che senza pur essere

---

giungerà a far esplodere, superando tutti li spazietti interposti là ove le punte metalliche nell'interno d'ognuna non si toccano.

isolati, cioè strascinando sul pavimento (sol che si badi, che in niun sito vengano per istrada ad incontrarsi e toccarsi, o ad essere attraversati e uniti da un altro conduttor metallico), si conducono ovunque si voglia, di modo che eccitando sopra essi la scarica della boccetta di Leyden, portano la scintilla all' aria tnonante del vaso discosto e ne cagionano l'esplosione.

Non mi arresterò a dire che neppur per questa sperienza d'accender da lungi la pistola è necessaria una forte carica della caraffa. Io ho ciò eseguito più volte in presenza di molti, ed anche in presenza sua, ornatissimo Sig. Marchese, colla boccettina (questa ha poco più di due pollici quadrati di superficie armata), la qual serve ad un elettroforo mio portatile picciolissimo. E si richiede soltanto una boccetta di più discreta mole, e carica per effettuare l'esplosione sia del gran vaso, sia della pistola calati in fondo dell' acqua.

Non mi tratterrò neppure a lungo sulla folla d'idee tuttora incomposte, che tali sperimenti con sì buon esito riusciti m'han fatto nascere; giacchè idee somiglianti, o altre più belle estendio e più grandiose non può a meno che non s'affaccino a chi invaghitosi di questi tentativi, e mente e mano ci ponga per ingrandirli. Ho immaginato che dilettevol cosa sarebbe il metter fuoco così da lontano, per mezzo de' fili di ferro e della boccetta d'aria tuonante, ad una fabbrica di fuochi artificiali. Più dilettevole ancora il far lo sparo a grandissima distanza, dal monte dirò così al piano, di mortaletti ca-

richi non più di polvere, ma della nostr' aria infiammabile. Che dico dilettevole? Sicuro riuscirebbe un tal giuoco; e si eviterebbero que' disastri, e pericoli, che dall' avvicinarsi taluno colla miccia a dar il fuoco, od a spiare la polvere neghittosa, nascono pur troppo sovente.

Non parlo ancora di bombe guerriere e di cannoni; perocchè siamo ancora ben lungi dal poter non che insegnare, divisar solamente una costruzione più agevole, una spesa minore, e un mezzo più spedito di caricare, che non è quello ordinario colla polvere: quantunque poi riguardo al modo di far lo sparo, non saria già più tardo di quel della miccia il mio d' accostar lo scudo d' un Elettroforo. Altronde potrebbe aversi il vantaggio, in alcuna circostanza ben importante, di far la scarica un uomo solo a un sol tratto d' una fila di cannoni, nel modo che ho spiegato, e ch' io adopero per far il tiro di una schiera delle mie pistole. Checchè ne sia, certa cosa è, che la polvere da fuoco ha troppe prerogative per ogni conto sopra l' aria infiammabile, per poter mai sperare di sostituirvi questa con vantaggio. Per altro si dee convenire, che se cotesta polvere maravigliosa non avesse già esistito, potea alla stagion nostra l' aria infiammabile partorire una parte di quella rivoluzione nella Tattica, che al secolo decimoquarto partorì l' invenzione, di cui si disputa ancora qual sia stato l' autore, a vuolsi da molti che fosse conosciuta molto tempo prima, e trovarsene la descrizione nelle opere di Frate *Ruggiero Bacone*.

Ce ne rimarremo noi dunque senza frutto ricavare dalle tarde nostre sperienze? Confineremo le belle prove coll nostr' aria infiammabile ne' gabinetti, e ne circoli di divertimento? Ne fia possibile di trovar mezzi onde applicarla ad alcun uso della vita? Perchè nò? Eh, lasciam pure il pensiero di moltiplicare o facilitare gl' istrumenti funesti di nostra distruzione: lasciam che prevalga in tal pregio la polvere guerriera.

Ma che? Queste forze distruggitrici della polvere ha pur saputo l' uomo industrioso rivolgerle a vantaggio suo coll' ingegno delle mine. Or se l' aria infiammabile potesse esser da tanto di supplire alla polvere per simil uopo, non dovrebbe più aversi in conto d' inutile. Molto meno inutile potrebbe dirsi quando facendo intervenire l' aria infiammabile e la deflogisticata non già sole, ma in compagnia e di concerto colla polvere all' opera delle mine, si giungesse con ciò a procurare o la maggior forza d' esplosione, o un più sicuro riparo ai pericoli che sovrastan non di rado ai minatori. Maggior impeto d' esplosione otterrebbesi senza meno, rinchiudendo, come propone il Sig. Priestley (a) la polvere da fuoco in vesciche, in modo che negl' interstizi dei grani vi rimanesse in luogo d' aria comune, aria deflogisticata. Intiera sicurezza, io propongo, otterrassi, adattando al luogo

(a) Exper. and Observ. etc. Vol. II. c. Of dephlogisticated air.

della mina sull' imboccatura della polvere una delle mie pistole, o un vaso preparato come nella fig. 5., cosicchè prendendo fuoco (per mezzo della scintilla elettrica condottavi da lunghi fili di ferro) l'aria infiammabile, lo appicchi alla polvere contigua, e faccia saltar la mina (a).

Per le mine da ultimo che si praticano sott' acqua, di quanto comodo non può essere il portar colaggiù l' accensione alla polvere per mezzo de' fili di ferro ec. in luogo de' lunghi cannelli di cuojo, i quali non è sì facile il fabbricare e mantenere impenetrabili all' acqua per tutta quella lunghezza ripieni fin fuori dell' acqua di polvere?

Ma infine io non ho fatte per anco esperienze sufficienti a quest' oggetto delle mine a polvere da accendersi coll' intervento dell' aria infiammabile e della scintilla elettrica, onde poter dare una compiuta e precisa descrizione del modo di disporre ogni cosa: non credo però che sarà difficile ad altri immaginare varj congegni, e metterli in opera. Aggiungerò ben qui un altr' idea di utile che si potrebbe forse trarre dalla somma facilità, con cui io fo gli scoppj d' aria tuonante sott' acqua con ispezza-

(a) La fiamma nella mia pistola di vetro non accende è vero la polvere, che le si presenta alla bocca, e neppure de' grani versati prima entro alla sua capacità; ma via li soffia. Non potrà però mancare di accender la polvere ogni qualvolta l' esplosione e la fiamma trattenuta e forzata contro di essa polvere, e questa pure compressa e serrata non possa altrimenti cedere, e soffiarsi via.

mento de' vasi, e lanciarsi in ogni parte dell' acqua medesima. l' idea dunque è d' una macchina per l' estinzione degl' incendj.

Abbastanza di tai progetti grandiosi, ma pur anco immaginarj; giacchè ben m' avveggo che potrebbe taluno accusarmi di correr dietro a sole chimere, e farmene gonfio, e menar romore di cose che non hanno, nè avranno forse mai altra esistenza che nel mio cervello. Mi conforta però il pensare che scrivo ad un Cavaliere, il quale per genio unito a conoscenza delle belle cose, e ardore per le utili novità, fa plauso e coraggio a tutti i tentativi abbenchè non egualmente felici, e finn ai desideri che partono dall' istesso ardore, diciampure, entusiastico. E più mi rinfranca quella propensione, ch' ella ha verso di me gentilissimo Sig. Marchese, e il conto in che suol tenere le mie deboli cose. Ad ogni modo mi conviene por termine al vago spaziare che fin qui ho fatto. Rifacendomi dunque dappresso alle sperienze più piacevoli e curiose, che ho soventi volte eseguito con la mia pistola di vetro, e di cui promisi renderle conto, dirò in poco, che con una macchina elettrica ordinaria, o con un elettroforo più grande del portatile, in cento bei modi si possono variare, che tutte arrecano la più gran sorpresa agli spettatori non bene intendenti, e piacciono non meno agl' intendenti. In particolare come può non sorprendere con piacere il vedere un uomo sullo scabello isolante (tosto che ha ricevuto alquanto di elettricità dal conduttore, oppur toccato solamente con un dito l' uncino d' una boccia caricata) acco-

stando un dito, la punta del naso, la lingua ec. a un de' fili d'ottone della pistola comunicante per l'altro filo con qualsivoglia conduttore, oppure impugnata da un altr' uomo, il veder, dissi, con la pelle viva far nascere l'esplosione; il vedere che qualunque degli spettatori fa lo stesso, se tocchi esso la pistola impugnata dall' uomo isolato; il veder finalmente partire il colpo nel tuffare il fil d'ottone nell' acqua?

Sò che non son nuovi sperimenti quelli di accendere spiriti infiammabili col dito, con un pezzo di ghiaccio ec. per *forza* della scintilla elettrica: sò che fin anche la polvere d'archibuso giunsero gli elettrizzanti ad accendere.

Ma grande apparato e movimento di macchina era richiesto a questi grandi effetti, singolarmente per quello d'accender la polvere: basta osservarne le descrizioni colle figure appresso varj autori. All' incontro con ogni meschina macchina elettrica, con ogni mezzano elettroforo, facilmente e tosto, io ogni tempo e luogo io fo vedere una varietà di queste esplosioni, le quali e al comune degli spettatori creano più grande stupore, appunto perchè non v'interviene nè un sol grano di polvere, nè una sola goccia di spirito infiammabile (di che coi propri occhi si convincono, essendo la pistola trasparente), e agl' intendenti ed amatori arrecano maggior soddisfazione, mercechè si presentan loro combinati in bella forma gli esperimenti dell' Elettricità con quei delle arie infiammabili, spargendo intanto su questo novello ramo di Fisica singolarmente non pochi lumi.

Ed eccoci giunti a quella parte che riguarda le sperienze istruttive. Sì, senza taccia di presunzione posso dire, che molte di quelle che ne offre la mia pistola, ed altre analoghe aprono in oggi un nuovo campo di belle e interessanti ricerche. Avanti però di passare a queste, mi resta a raccontar il buon esito d' un altro stupendo esperimento in genere dei dilettevoli, l' idea del quale, quando glie ne feci cenno, tanto a lei piacque, graziosissimo Sig. Marchese. Le vengo dunque a dire che la prova della pistola adattata al filo della spranga Frankliniana, ha avuto il suo effetto al primo temporale, e più volte in questi ultimi giorni. E non la invero del maraviglioso una pistola, che s' accende di per se, o a dir più giusto pel fuoco che trae giù dalle nubi; il cui scoppio precede sovente quello de' tuoni, onde sembra (mi si permetta questa fantasia) a lor medesimi dar il segno? Sogliousi adattare al filo conduttore de' campanelli che col suono annunzino il nembo sovrastante; ma parmi più bella cosa l' esser avvisati da lungi, e non che quei di casa, ma i vicini ancora, e tutto il quartiere col saluto della pistola, o d' una grossa bomba. Che dice, Sig. Marchese, sarà un bello spettacolo il vedermi una qualche volta regger in mano una gran pertica alzata con in cima la mia pistola (*a*); e collo scoppio

(*a*) Collocherò la pistola in guisa, che un de' fili d' ottone terminato in punta guardi il cielo, e l' altro sia attaccato a un sottile fil di ferro, che discenda giù lungo la pertica fino in mano mia.

spontaneo, ossia provocato colla stessa elettricità atmosferica, minacciar le nubi? Sì, ma è anche una bella temerità l'esporsi così. Or via, eleveremo, se più le piace, il cervo volante alla maniera di Romas, e ce ne staremo noi sicuri in disparte. Quest'idea me ne suggerisce un altra, che ha per oggetto di mandare esploratori dell'elettricità atmosferica più alto di quel che giugne l'istesso cervo-volante, e ciò per mezzo di un lungo e sottile fil di rame, o d'altra cordicella deferente, che sia tirata dietro dalla palla o turacciolo esploso dalla pistola là sovra il cervo-volante medesimo. Resta solo a studiar la maniera (che non credo gran fatto difficile) di disporre la pistola in guisa, che mediante una mediocre scintilla elettrica data da noi al basso della corda similmente deferente, che guida il cervo-volante, si ecciti la scarica della pistola di colassù, di modo che coll'uscir della palla lanciata, dietro le si volga e stenda a grande altezza verticale, senza rompersi la funicella, cui è raccomandata.

Ho prevenuto, e già più d'una volta, che le aperienze della pistola elettrico-aereo-infiammabile, ed altre analoghe guidano a ricerche e scoperte interessanti. In primo luogo io diceva, che cotesta pistola può servire ad uso di un *provino*, ossia a paragonare la forza d'esplosione delle arie infiammabili di diversa fatta, della metallica, di quella estratta da vegetabili e animali colla distillazione, della nativa delle paludi, miste in tutte le proporzioni coll'aria comune, colla deflogisticata, con al-

tre arie. Basta a tale oggetto adattare alla bocca della pistola un ingegno simile a quello de' così detti provini della polvere da schioppo. Nel nostro anzi avremo maggior precisione, non essendovi altro foro o focone aperto, per cui sempre una parte della forza si perde, e non costantemente eguale. Ho già avvertito, che non reggerebbe il vetro comunque grosso nelle pareti allo scoppio dell' aria infiammabile mista colla deflogisticata: bisogna dunque valersi di simile stromento di metallo, di cui ho indicata la costruzione. Per tal modo e vi si potran meglio aggiustare i pezzi per l' officio di provino; e si potran fare esperienze più in grande.

Non può non fornirci qualche nuovo lume l'esperimentare lo scoppio dell'aria infiammabile tanto in istato di gran rarefazione, quanto in quello di condensamento. Or l' espediente di accenderla nel chiuso con qualche scintilla elettrica renderà queste prove facilmente praticabili. Se si adatti alla bocca della pistola una forte valvola, per cui col mezzo d' una siringa vi si possa introdur aria, in più modi si verrà a capo di tenervi l'aria infiammabile compressa, e accenderla in tale stato, o colla siringa medesima, o colla macchina di compressione. Non istarò io quì a descrivere come in cio proceder si debba, come introdur l'aria infiammabile nel recipiente della macchina ec. Accennerò solo un mezzo d' ogni altro più facile, di cui voglio tosto far uso. Ritenuto che la miglior tempera per far l' esplosione è di una misura d' aria infiammabile

metallica mescolata con tre di comune, riempirò prima di tutto la pistola (ho ideato che fia meglio aver delle palle cave di ferro a foggia di granate) d'acqua, per mezzo d'un imbuto che sollavi la valvula, indi d'aria infiammabile coll'istesso ajuto, e al modo solito: ciò fatto, dato mano alla siringa spignerò entro alla granata tre volte tanto d'aria comune: avvi più facil cosa? Or eccoti l'aria mista come si richiede, e più densa quattro volte. Quanto all'aver l'aria rarefatta nella pistola, una valvula anche sol di vescica, che lascia sortir l'aria a ne chiude l'ingresso, e la macchina pneumatica, fan tutto il giuoco.

Non è di poca importanza il sapere qual mutazione accade all'aria infiammabile nell'accensione, e in quale stato dopo si ritrovi: Cresce essa, o diminuisca di volume? Si scompone, come fa l'aria nitrosa in contatto della comune, o nò? In tutto, o in parte? Fassi alcuna precipitazione? E di che?

Alcune di queste questioni io le ho già risolute, e posta la verità in un chiaro lume d'evidenza, mercè di sperienze variamente combinata tra colla pistola, tra con apparati simili. Ho dimostrato primariamente, che l'aria infiammabile non che scemarsi di volume, tutta si scompone, perde l'abito aereo, sparisce (tanto io le accennava già, sul fine della prima lettera); e di più anche diminuisce, in conseguenza di flogisticare l'aria comune entro a cui si accende. Di ciò mi sono accertato con tre maniere di tentativi.

1.° Ho eccitato lo scoppio d'una pistola tenen-

done sott' acqua la bocca, fatta espressamente ricurva, e ho ricevuto l' aria spinta fuori per la violenza dell' esplosione, in un gran vaso sovrapposto e pieno d' acqua. Per tal modo senza perdere una bolla, tenuto conto di tutto, ho trovato il volume totale dell' aria diminuito al di là della porzione d' infiammabile entrata nel miscuglio; e il residuo flogisticato a segno di spegnere la candela.

2.° Ho acceso l' aria (sempre colla mia scintilla elettrica) in un cannello angusto di vetro chiuso con forte turacciolo, e immerso tutto nell' acqua in modo, che l' aria infiammatasi entro visibilmente non spinse fuori nè il turacciolo, nè una sola bolla d' aria. Sturai il cannello tuttavia sott' acqua, e tosto se ne riempì circa a un terzo, quando per l' aria infiammabile non era stata che un quarto della capacità. Fu parimenti il residuo aria flogisticata, che spense il lume.

3.° Per render l' esperimento più piano insieme e più notabile, l' ho disposto così. In un tubo cilindrico di vetro, che termina in un vaso larghissimo a base aperta a foggia d' imbuto, ho segnate varie divisioni, che corrispondono ad altrettante eguali misure d' acqua o d' aria. Alla sommità aperta del tubo ho masticato un turacciolo infilato da due fili di ferro, che vanno colle punte ad incontrarsi entro al tubo medesimo (come nella fig. 5). Riempiuto d' acqua tutto il vaso, e rizzato in piedi in una tinozza d' acqua, vi ho introdotto di sotto per la grande apertura a imbuto otto misure d' aria comune, e una sola d' infiammabile metallica. Così disposte le co-

se, e toccando il limite di tutt' insieme il volume d'aria il num. segnato 9, con una boccetta di Leyden ho messo in fiamma quell' aria confinata: l' acqua è stata violentemente commossa; ma niuna bolla d' aria si è fatta strada a sortire (conviene maneggiar bene quest' esperimento, e soprattutto, che la capacità del vaso al disotto del tubo graduato contenga moltissima acqua; e che si tenga detto vaso ben fermo con una mano, e non a fior d'acqua, ma a fondo). Che è dunque avvenuto? L' acqua si è alzata nel tubo alquanto al disopra del num. 8, cioè il volume totale dell' aria si è diminuito di tutta la quantità dell' infiammabile, e un poco più. All' aria così scemata ho introdotto una seconda misura d' aria infiammabile; e portatavi come prima l' accensione, più di prima ne è rimasto diminuito il volume, poichè s' alzò l' acqua al 7 e mezzo. Finalmente arrivò presso a poco al 7 dopo la terza accensione d' una nuova misura d' aria infiammabile. Insomma oltre il volume di tutte tre le misure d' aria infiammabile è sparito un ottavo della stessa aria comune. La quarta prova sopra il medesimo residuo non ebbe effetto: l' aria infiammabile rifiutò d' accendersi. Così esser doveva alla fine; poichè l' aria comune diminuita ossia flogisticata a un certo segno non è punto più atta a mantener la fiamma; avverrà dunque che soffochi anche l' aria infiammabile.

E qui giova osservare, che sebbene l' aria comune non venga flogisticata dall' aria infiammabile accesa a quel segno che può esserlo per altri processi flogisticanti, cioè a segno di trovarsi diminuita d' un

quinto, o d'un quarto, e di non far più effervescenza coll' aria nitrosa, soffre però un flogisticamento assai più notabile, che per la fiamma di qualunque altro corpo. Qual fiamma mi troverete, che come quella della nostr' aria diminuisca l'aria comune di un ottavo, ed anche più? Ecco dunque un nuovo titolo per attribuirle l'infiammabilità in grado eminente senza pari. Ma io ho preteso di più: ho voluto provare, che la fiamma che manda qualsisia corpo, è null'altro che l'aria infiammabile, la quale scaturisce dal corpo medesimo, e nell'atto si accende (a).

(a) Vedi le *Lettere sull' Aria infiammabile nativa delle Paludi* in questo stesso Volume.

Tralle obbiezioni, che su questo punto mi vennero fatte, una speciosa è questa. Se la fiamma della candela fosse aria infiammabile, che incessantemente scaturisce, ne verrebbe, che posta la candela in un recipiente chiuso, in ragione del tempo ch' ella vi arde, si accrescerebbe il volume intiero d' aria, per la giunta di cotesta infiammabile, che si svolge. Ma tutto l' opposto succede, trovandosi anzi diminuita nel recipiente l' aria. Io risposi sul bel primo fiduciosamente a questa obbiezione, che l' aria infiammabile coll' ardere dovea scomporsi, perdere l' elasticità, e tutto il suo volume svanire, passando il flogisto ad impregnar l' aria comune, e l' acido o qualsiasi altro suo componente, precipitarsi ec., e conseguentemente diminuirsi l' istess' aria comune pel contratto flogisticamento. Or questa spiegazione da me anticipatamente data accordasi bene col fatto negli esperimenti riferiti, che non lascia più dubbio alcuno, od ombra d' obbiezione; anzi all' opinion mia (che in ogni caso ciò che

Ma perchè dunque, mi si dirà, la fiamma cs. gr. della candela, se è pur essa aria infiammabile, non flogistica l'aria comune all'istesso segno? Perchè non giunge mai a diminuirla d'un ottavo? La ragione ci si presenta ovvia e naturale. L'aria infiammabile onde sussiste il lume della candela dee incontrare nello sprigionarsi non poca resistenza; inoltre svolta pur che sia, trovasi inviluppata da particelle vaporose eterogenee che l'ingombrano. A tutto ciò, che già tende ad opprimer la fiamma, se s'aggiunge un picciol vizio dalla parte dell'aria ambiente, eccola soffocata. Imperciocchè vivea ella dapprima, e vincea ogni contrasto, sollecitata dall'aria contigua pura avidissima di succiarsene il flogisto; ma tosto che questa sete nell'aria ambiente, con questo eccitamento nell'infiammabile vien meno ancor di poco, la fiamma oppressa langue, e soccombe. Si può altresì con ragion supporre, che cominciando dapprima a debilitarsi la fiamma appiccata al lucignolo, e a scemar di calore, giunga questo ad esser troppo scarso per isvolgere continuo pascolo d'aria infiammabile; e allora piuttosto che spirare, dirò così, decrepita la fiamma, sarà il viver suo troncato anzi tempo. Ciò che abbiam detto

fa la fiamma è mera aria infiammabile) s'aggiugne un nuovo argomento di analogia; perciò che ad uno stato somighevole di flogisticamento, colla differenza soltanto del più al meno, troviam ridotta l'aria comune, o che abbia sofferto l'accensione dell'aria infiammabile, o quella d'una candela, del solfo ec.

sull' esempio della candela, si applica da se ad ogni altro corpo, che mette fiamma: deesi soltanto aver ragione del più e del meno, riguardo alla durezza, legamento di parti, eterogeneità ec. delle diverse sostanze. Or venendo al paragone dell' aria infiammabile già bella a svilappata e scevra d' ogni ingombro, niun contrasto trova essa all' arder suo, fuorchè il flogisticamento dell' aria contigua. Non è dunque maraviglia se possa reggere a questo viziamento assai più in là: se sopporti d' ardere fino alla diminuzione d' un ottavo dell' aria comune, come vedemmo; dove le altre fiamme non reggono, che alla diminuzione di un quindicesimo più o meno.

Le sperienze testè riferite le ho molte volta ripetute nella maniera spiegata: più altre volte le ho diversificate, variando singolarmente la proporzioni tra l'aria infiammabile e la comune. Non è qui il luogo di esporre distintamente tutti i risultati; ma non voglio neanche lasciar di dirne qualche cosa in generale. Dunque quando l' aria infiammabile non eccedeva il quarto della mistura, la diminuzione ha sorpassato sempre quel tal volume d' aria infiammabile. Quando poi questa fu in troppa gran proporzione, oltrepassando es. gr. il terzo o la metà, o non potè accendersi, e così punto non vi fu di diminuzione; ovvero accesasi, la diminuzione fu minore del volume di essa. Dunque non si scompose tutta l' aria infiammabile ardendo? Così è: ma nemmen tutta s' accese. Sottoposto l' intiero residuo d' aria in una boccetta aperta alla prova del cerino, diè ancora alcuni sensibili scoppi. Sicche quel tanto

sol s' accese, e restò scomposto d' aria infiammabile che trovò lo scarico sopra l' aria comune; il qual fu poco; come ne viene eziandio indicato da ciò che l' esplosione era stata assai meno violenta, che da tal volume d' aria aspettar si dovrebbe.

L' esperimento 2.° d' infiammar l' aria cioè in un tubo esattamente turato potrebbe ben offrirci un mezzo onde scoprire di quali altri principj consti l' aria infiammabile; giacchè nella sua accensione e totale scomposizione passando il flogisto, con cui trovavansi legati, all' aria comune insiem racchiuso, e perdendo essi l' abito aereo, forza è che vengano precipitati: perchè dunque non si potranno da noi raccogliere, ed esaminare? Se il tubo di vetro sia asciutto e mondo (per escludere e goccie d' acqua e polvere, si può introdurvi la competente porzione d' aria infiammabile alla maniera che io carico la pistola col miglio, sostituendo però a questo i pallini di piombo) si potrà vedere se alcun vapore s' attacchi alle pareti, e si figuri in goccie, o checchè altro si deponga in forma solida o liquida. Ma il gran male stà, che di piccolissima tenuta vuol essere il tubo quand' è chiuso, perchè non iscoppj; della qual picciola capacità una minor parte occupar dee l' aria infiammabile: sicchè l' esperienza diviene estremamente delicata. Finora non avendo io fatto che tentativi alquanto rozzi, non ne ho potuto raccogliere nulla.

Essendo il mio sospetto, anzi l' opinion mia favorita, che un ingrediente dell' aria infiammabile oltre il flogisto, anzi il solo sia qualche acido, ho

voluto provare se alcuna goccia di tintura di tornesole chiusa entro al tubo medesimo ove siegue l'accensione si cangerebbe alcun poco in rosso. Ciò sarebbe stato sufficiente a dimostrare la presenza dell'acido supposto; ma l'effetto non corrispose. Mi parve anzi alcuna volta, che la tintura fosse divenuta più fosca; e, se non che poca fiducia ho in quello esperimento, ove non posi cura che il vetro fosse ben netto di polvere, od altre sporchezze, notai una fiata singolarmente, che fù deposta una terra nericcia che oscurò affatto la goccia di tintura, e che, questa asciugata, rimase quella visibile e palpabile. Ma come già dissi, siffatte sperienze esiggono (non potendo noi operare in grande, e aver prodotti abbastanza sensibili) una più scrupolosa esattezza, ch'io ancora non adoperai. Intanto che mi ci preparo non ho deposto l'opinione dell'acido principio costituente dell'aria infiammabile, nè la speranza di renderlo in qualche guisa sensibile; quando pur esso non si decomponga ulteriormente, e cambi natura nell'accensione. Tra gli altri tentativi penso di attaccare un pezzetto di carta tinta in bleu alle pareti interne del tubo. Sia quanto si voglia piccola la quantità d'acido che si depone ad ogni accensione, mercè di ripeterle nello stesso tubo, dovrà pur lasciare alla fine qualche segno d'arrossamento sulla carta.

Ma è tempo di finire. E che vo' io trattenendola, Sig. Marchese, di sperienze imperfette, e progettando tentativi ancor di dubbia riuscita? E

pur meglio aspettare di poter discorrere di fatti di questa o quell'altra specie, ma ben avverati. Forse non andrà a molto, ch' io sia in istato di comunicarle qualche altra cosetta d'invenzion nuova pur anche sullo stesso soggetto dell'aria infiammabile. Non si tratterà più nè di scoppi ed esplosioni violente: all'opposto anzi mi rivolgerò tutto all'arder cheto della mia aria infiammabile nativa delle paludi. Comincio dunque a prevenirla, che penso a costruire una lucerna ad aria infiammabile, che dilettevole senza meno, ma forse anche utile in qualche modo riuscir debba: questa sarà all'istesso tempo una *Clepsidra*, ossia specie d'orologio a acqua. Son debitore di parte dell'idea di questa lucerna, anzi dei primi lumi al nostro P. Campi; i primi saggi pure gli abbiam fatti in compagnia. Egli potrà mostrarle un disegno, che ne ho già abbozzato, e che or vado migliorando.

Sono ec.

SOPRA

UN NUOVO EUDIOMETRO

LETTERA

AL SIGNOR DOTTOR

GIUSEPPE PRIESTLEY

Questa Lettera è stata estratta dal Vol. 34.° della *Scelta d' Opuscoli interessanti* di Milano, pag. 65

Como, 2 Settembre 1777.

SIGNORE.

Ho finalmente ricevuto il terzo volume sopra le diverse sorte d'aria. Non molto dianzi mi era pervenuta una vostra Lettera. E l'uno e l'altra mi hanno colmato di gioja. Vi debbo mille ringraziamenti per l'onore che vi siete degnato di fare al mio nome, e alle mie tenui produzioni.

Voi desiderate, o Signore, che io prosiegua a parteciparvi le mie ricerche, e le mie scoperte sopra il soggetto intorno a cui mi vò esercitando da parecchi mesi in quà? Ecco un nuovo opuscolo, o a meglio dire, una continuazione delle *Lettere* sopra l'*Aria infiammabile*. Siccome, dopo ch'esse hanno veduto la luce, ho portato l'affare più in là; mi lusingo che me ne saprete buon grado se io vi comunicherò il successo delle ultime mie sperienze con questo lungo scritto, a cui troverete annesso un libricciuolo stampato.

Dalla maniera, con cui ho riferito nelle mie prime Lettere il successo di accender l'aria infiammabile con una semplice scintilla elettrica, voi avreta benissimo compreso, che io allora ignorava affatto, che altri ne fosse già venuto a capo: e vedrete nella nota alla pag. 144 di questo libricciuolo, che io non pretendendo più a una tale scoperta in generale, giudico però che ciò che vi ho di mio, sia l'averla stesa assai, d'avecne reso le sperienze infinitamente più facili, e più varie, e soprattutto d'aver fatto sì che s'accenda l'aria in un vaso chiuso, per mezzo di una picciolissima, e debolissima scintilla elettrica, segno, a cui io non so se peranco sia giunto altri prima di me. Pure chi sà che io non sia stato anche in ciò prevenuto? Ove ciò fosse, a me non rincrescerebbe punto l'intenderlo, come non mi rincrescerebbe il dirmisi che per fino le sperienze della *Pistola* non sono nuove. Resterei solamente sorpreso di non averne mai trovato cenno in verun luogo, segnatamente delle vostre opere che comprendono un sì gran numero d'esperienze curiose, oltre il numero più grande delle istruttive. Sì, lo ripeto, ne rimarrei sorpreso, ma non disgustato: e in tal caso sarei pienamente contento d'una persuasione generale che le mie sperienze per me sono state originali, e che io non ho dissimulato nulla: il mio amor proprio avrebbe tuttavia di che compiacersi, cioè d'essere io stato il primo a far conoscere fra noi uno strumento curioso non meno che ingegnoso, se non inventato, almeno ridotto da me a perfezione con una lunga e penosa

serie di tentativi ragionati, d'averlo veduto applaudito da tutti, e di osservarlo al dì d'oggi sparso per tutta l'Italia, e fra le mani non meno del basso popolo, che fra quelle de' più serj Letterati.

Vi confesso, o Signore, che in generale si fa forse troppo più caso di questa macchina, ch' essa non merita, mentre se ne fa pochissimo di ciò che può guidare a conseguenze assai importanti ed istruttive. La ragione è che si considerano l' esperienze troppo superficialmente, e la maggior parte s'appaga, e si compiace di pompe e di fracasso. È cosa assai umiliante, ma pur troppo certa, che anche fra i sedicenti Fisici, vi sono de' veri fanciulli! Havvi chi delle sperienze di Fisica ne fa un mestiere, per non dire una ciarlatanería. Io talora arrossisco in luogo di compiacermi, quando penso che colla mia Pistola, e colla maniera singolare di caricarla forniscono materia si loro giuochi da saltimbanco. Mi consolo però che vi sono de' veri Fisici, delle persone simili a voi, le quali, per quanto curiose sieno le sperienze da me descritte, e per quanto grande sia il piacere di verificarle (atteso che sono non meno facili che piacevoli, e curiose) vorranno badare assai più alle conseguenze che si offrono tosto e da se stesse, e sulle cui tracce io ho camminato, fermandomi ove ho veduto che decidevano in favore delle mie idee, e delle mie ipotesi intorno alla costituzione dell'aria infiammabile, ed ai fenomeni dell'infiammabilità di tutti i corpi, come effetto unicamente dell'aria infiammabile. A me certo pare cosa dimostrata e dimostrata evidentemente che l'in-

fiammabilità appartenga all' aria che porta tal nome per antonomasia.

Sono senza numero le conseguenze e le riflessioni che nascono dalla scomposizione cui soffre l' aria infiammabile nell' ardere in contatto dell' aria atmosferica, la quale resta perciò flogisticata, e per conseguenza diminuita assai sensibilmente. So benissimo che ciò non vi riuscirà affatto nuovo (come è è riuscito a me) dopo l' esperienza che vi è stata comunicata da uno de' vostri dotti corrispondenti, e che mi è saltata agli occhi scorrendo il num. 1. della vostra Appendice. Voi giudicherete dell' estensione e dell' esattezza delle mie sperienze messe a confronto con quelle di M.r Warltire, dopo che ne avrete inteso il dettaglio che sono per farvene. Per altro vi assicuro che io aveva ideato un esperienza molto simile a quella di M.r Warltire, in occasione di rispondere ad un mio competitore, il quale credendo di atterrarmi, perchè io aveva preteso di provare che la fiamma delle legna, delle candele ec. non è nient' altro salvo che aria infiammabile, la quale esce da que' corpi, m' avea fatto l' obbiezione, di cui parlo nella nota alla pag. 169 e su cui egli contava moltissimo. Io gli ho proposto dunque di mettere una caraffa d' aria infiammabile sotto ad un recipiente, e di lasciarvela ardere a poco a poco; e gli pronosticai il successo che ne ha avuto M.r Warltire, successo favorevole alla mia opinione. Ma al tempo stesso essendomi suggerito un mezzo assai più facile, e più sicuro di giugnere allo stesso fine, abbandonai la prima sperienza troppo più

complicata e meno precisa, e mi appigliai a questo nuovo spediente. Voi indovinerete tosto, o Signore, che l'espediente è stato l'appiccare fuoco a una mescolanza d'aria infiammabile e comune, mescolanza variata con diverse proporzioni, e contenuta in un tubo o vasello chiuso accesa per mezzo d'una scintilluzza elettrica, e di misurar quindi esattamente la diminuzione che ne nasca.

Per rendervi ragione delle mie sperienze in questo genere, incomincio a mettervi sott'occhio un abbozzo grossolano dell'apparecchio più semplice, di cui ho fatto uso. Non ve ne farò una descrizione minuta, posciachè a voi dee bastare un occhiata di fuga: nè indicherò alcune parti colle lettere dell'alfabeto.

A B Tav. I fig. 6 è un recipiente cilindrico di cristallo, del diametro d'intorno a un pollice, e lungo 14 o 15 *d d* sono due palle annesse a due fili d'ottone che attraversano il turacciolo di sughero, il quale spalmato di mastice chiude esattamente l'apertura superiore del recipiente. S'empie d'acqua il recipiente, si capovolge, e se ne attuffa la bocca in un vaso pien d'acqua C, si introducono per l'apertura E fatta a imbuto quelle misure che si vogliono d'aria infiammabile, e comune. Ciò fatto, e tenendo con una mano uno de' due fili metallici *d*, si fa scoccare, in quel modo che più torna comodo, una scintilla elettrica contro la palla dell'altro filo. Questa scintilla scoppiando in *e*, cioè nel picciolo spazio d'interrompimento fra i due fili, den-

tro al recipiente, dà fuoco all' aria contenutavi, la quale si dilata tosto, e fa nascere una scossa nell' acqua, finito la quale scossa, l' acqua rimonta, e accenna la diminuzione seguita nel volume dell' aria. Volete sapere più esattamente quanto sia il volume d' aria che è scomparso? Abbiate un tubo *ef* assai più stretto e più lungo del recipiente, graduato con misure corrispondenti: empitelo d' acqua, e introducetene la parte aperta e guernita esteriormente di pelle, nella bocca del recipiente, così che si adatti esattamente in E. Ciò fatto altro più non resta, se non se rivoltare in alto il tubo; perchè ciascuna misura d' aria occupando un spazio più lungo, riuscirà cosa agevolissima il misurarne le parti più picciole.

Questo apparato, come vedete, è semplicissimo; e ciò non ostante fornisce i mezzi di fare un numero grandissimo d' esperienze. Serve egualmente bene per le prove della diminuzione coll' aria nitrosa, che per quelle dell' aria infiammabile. Ne ho ideato alcuni altri, i quali sebbene un pò più composti, sono però assai più eleganti e comodi, e per certi rispetti eziandio più esatti; ma prima di passare a parlarne, voglio comunicarvi, se non tutto il dettaglio delle mie sperienze, almeno i risultati più principali. Eccoli.

1.° L' aria infiammabile pura e sola non vuol accendersi. La scintilla elettrica veste in essa un color di porpora; siccome voi avete già osservato.

2.° Non si richiede però una grande quantità

d'aria comune mescolata coll'infiammabile, perchè possa ardere: un volume minore della metà basta.

3.° Ciò non ostante l'aria infiammabile s'accende, quantunque venga allungata con un volume d'aria comune assai volte maggiore.

4.° Ma l'uno e l'altro eccesso, cioè la sovrabbondanza d'aria infiammabile, e la sovrabbondanza d'aria comune rendono lo scoppio molto più debole.

5.° Quando l'aria infiammabile è soverchia, non ne arde che una parte; il residuo può di nuovo prender fiamma, coll'aggiugnervisi altr'aria comune.

6.° Quando la dose d'aria comune è eccessiva, si possono ottenere molti infiammamenti successivi, introducendo successivamente nuova aria infiammabile.

7.° V'è una proporzione e una dose delle due arie, per mezzo di cui s'ottiene lo scoppio più violento, e non se ne ottiene che uno.

8.° Dopo ciascuno infiammamento siegue una diminuzione più o meno grande, ma sempre assai considerevole del volume d'aria rinchiuso.

9.° Il volume d'aria diminuito (purchè l'aria infiammabile non ecceda d'assai la giusta misura) è più grande del volume dell'aria infiammabile: cioè, oltre all'aria infiammabile che si scompone e svanisce interamente, l'aria comune eziandio soffre per la sua parte una vera diminuzione

10.° Il residuo di quest'aria si trova sempre or più, or meno flogisticato.

11.° Si trova meno flogisticato a misura che l'aria comune mescolata coll'infiammabile, era sovrabbondante.

12.° Avvi una giusta proporzione delle due arie, la quale lascia dopo l'infiammamento il residuo flogisticato fino alla saturazione. La proporzione è a un di presso quella stessa che produce lo scoppio più violento (n. 7.°), e quella pure, da cui nasce la massima diminuzione nel volume totale.

13°. Se l'aria infiammabile eccede d'assai la giusta misura, la diminuzione nel volume totale delle due arie non agguaglia il volume dell'aria infiammabile, perchè una parte di questa non si scompone (n. 5.°). In cosiffatto caso il residuo è una mescolanza d'aria infiammabile, e d'aria flogisticata fino a saturazione.

Ora per determinare con alquanto più di precisione i limiti della mescolanza di queste due arie, dentro i quali succede l'infiammamento, ecco ciò che io ho potuto fissare. La minima dose d'aria comune, con cui io ottengo che l'aria infiammabile arda nel recipiente è di 2 $\frac{1}{4}$; la massima, di 53 e anche 54, con 4 d'aria infiammabile. Che campo vasto, che scala prodigiosamente lunga! Ma se l'infiammamento in quest'ultimo caso è debolissimo, se a mano a mano, che ci accostiamo al mezzo diventa più vigoroso; quale sarà il punto

della massima forza? Non sembra egli che dovrebb' essere a capello il giusto mezzo di questi estremi tanto fra lor lontani? Se ciò fosse, si richiederebbero 28 parti all'incirca d'aria comune per 4 d'aria infiammabile. Ma la cosa sta altrimenti, perchè se ne richieggono appunto undici, numero che ha la medesima ragione co' due estremi. Ecco in una piccola tavola le proporzioni calcolate, alle quali l'esperienza risponde assai da vicino.

Ar. infiam. misch. con aria com.	4	Infiammamento	per una dose	d'aria com.
	$2\frac{1}{4}$	picciolissimo	troppo picc.ª	
	11	grandissimo	giusta	
	$53\frac{1}{4}$	picciolissimo	troppo grande	

È cosa facile il comprendere che se non dopo un numero incredibile di sperienze, io debbo esser giunto ai risultati esposti. Ma con tutto ciò posso assicurarmi che tali risultati siano costanti e invariabili? Sì, posso assicurare che gli ho trovati tali, e che chi vorrà replicare le sperienze troverà ciò che ho trovato io con pochissima diversità. Notate questa modificazione, e assai più badate a quest'altra condizione: *quando le circostanze essenziali siano le medesime*, vale a dire, la forza della scintilla elettrica, la qualità dell'aria infiammabile, e finalmente la bontà dell'aria comune. Tre punti, all'influenza particolare de' quali nelle sperienze di questo genere, convien aver non poco riguardo.

Incominciando dalla scintilla elettrica. Siccome

questa è l'agente che mette l'aria in fiamma, non dee recar maraviglia, che una scintilla più efficace ecciti fuoco nell'aria infiammabile mista colla comune, che non si sarebbe destato per una scintilla più debole; è bensì cosa maravigliosa, che la differenza tra una scintilla fortissima e una debolissima non sia assai grande rispetto al produrre l'infiammamento; anzi fra una debole, una mediocre, e una forte non passi sovente differenza notabile a questo riguardo. La mescolanza di 4 parti d'aria infiammabile con $2\frac{1}{2}$ d'aria comune s'accende per una scintilla mediocrissima, cioè scoccata da un elettroforo da tasca. La scintilla vigorosissima d'un elettroforo di due piedi potrà accendere la mistura, quand'anche vi sarà un po meno d'aria comune; ma non già se ve ne sarà molto meno. Questa grande scintilla non produrrà effetto alcuno, se la mescolanza sarà di due parti d'aria comune e 4 d'infiammabile. Tutta la differenza si riduce adunque alle 2, e $2\frac{1}{2}$ misure d'aria comune. Finalmente se non per mezzo della gagliarda scarica d'una giara, io sono venuto a segno di accendere una mescolanza, in cui l'aria infiammabile era doppia della comune. Or dunque colle scintille cavate dal conduttore d'una macchina ordinaria, o dallo scudo d'un elettroforo di mezzana grandezza, più o meno forti che siano dentro a certi limiti, non v'è differenza assai notabile; ed io non ho potuto trovare ch'essa monti più che ad una o due bolle di più o di meno d'aria comune.

Passando all' aria infiammabile, si osservi che ne' risultati da me addotti, si tratta d' aria cavata al modo solito dalle soluzioni metalliche, e non di quella che si pesca nella paludi, o che si ottiene per distillazione dalle sostanze vegetali, e animali. Queste arie come ho procurato d' avvertire in più d' un luogo delle mie opere, resistono assai più, e spessissime volte non prendono fuoco per mezzo della scintilla elettrica. Aggiungo qui che i limiti rispetto alla mescolanza di queste arie coll' aria comune, acciò abbia luogo l' infiammamento, limiti ognora più ristretti, sono pure meno sicuri e meno determinabili. Potrei forse render ragione di totte queste anomalie, supponendo che l' aria infiammabile delle paludi, e quella che s' ottiene per distillazione, non è aria infiammabile affatto pura, ma mescolata con aria putrida o flogisticata; di che, secondo me, è un' indizio assai chiaro il colore azzurro, e la lentezza, con cui arde la fiamma: ma di ciò più a proposito in un altro luogo, ove cercherò di mostrare l' identità di tutte le arie infiammabili. Per ritornare all' aria infiammabile metallica, di cui ho fatto uso nelle prove riportate di sopra, basta sapere che io ho ottenuto gli stessi risultati, sempre che ho usato una conveniente attenzione per averla pura, e legittima, traendola dalla limatura di ferro intrisa nell' acido vitriolico allungato coll' acqua, perchè io non ho peranco tentato, se v' abbia qualche differenza usando un altro metallo in luogo di ferro, o sciogliendolo nell' acido marino. Adoprando aceto (a questo proposito, vi sovviene che fui il primo a

comunicarvi, tre anni sono, l'esperienza che io aveva fatta di produrre aria infiammabile cogli acidi vegetali, coll'aceto, col sugo di limone ec.), siccome s'ottiene un aria infiammabile che rassomiglia per la lentezza nell'ardere, e pel colore della fiamma all'aria prodotta per distillazione, io non dubito quasi punto che debba cotale aria essere niente meno restia ad infiammarsi.

Resta da considerarsi la terza circostanza la *bontà dell'aria comune*, la cui influenza è grandissima; che si aprirà la strada a nuove viste, ed a saggi assai istruttivi per la teoria del flogisto, e dell'infiammamento, e forse anche utili nella pratica. Io non credo che possa nascere difficoltà alcuna intorno a questo punto, cioè che la mescolanza d'un aria più o meno respirabile debba far nascere nella medesima aria infiammabile delle variazioni proporzionali, rispetto alla disposizione d'accendersi per mezzo della scintilla elettrica. Infatti con una leggiere considerazione ho preveduto, e con alcune sperienze facilissime ho verificato, che la medesima aria infiammabile ha bisogno, affine di ardere, d'una maggior dose d'aria comune a misura che questa è men buona: che essendo viziata fino a un certo segno, l'infiammamento non succede: e che pochissima aria deflogisticata supplisce a molt'aria comune, e basta per un volume assai grande d'aria infiammabile.

È cosa ben degna d'essere osservata, che l'aria infiammabile non ricusa d'accendersi ove venga mescolata con un aria, in cui ogni altra fiamma non

si manterrebbe viva, e per fino con un aria viziata al di là di questo termine (cosa assai conforme all'eccellenza d'infiammabilità che io attribuisco all'aria di questa natura, e si spiega benissimo per le osservazioni da me fatte alla pag. 171 eccellenza e superiorità che non è smentita da fatto alcuno, e che viene all'incontro confermata ogni giorno da nuovi fatti). Evvi non pertanto un limite nella depravazione dell'aria, di là del quale in quantunque ampia dose essa venga mescolata coll'aria infiammabile, questa ricusa di accendersi: e un tal termine è tuttavia assai lontano dall'irrespirabilità assoluta.

La differenza fra la quantità d'aria che si richiede secondo i gradi della sua respirabilità, è assai grande. Io non l'ho per anco determinata se non all'ingrosso. Quando l'aria è flogisticata al segno di spegnere una candela in luogo di 2 misure e ½ che se ne richiederebbero, se fosse nello stato di bontà ordinario, acciò concorra a mettere in fiamma 4 misure d'aria infiammabile, fa d'uopo d'un volume a un di presso eguale a quest'ultimo: ne fanno d'uopo 5, 6, 8 misure, ed anche più, quando è stata respirata 4, o 6 volte. Finalmente d'aria deflogisticata non se ne richiede che una mezza misura, o in quel torno.

Ed ecco un nuovo modo di saggiare la respirabilità delle arie, e di saggiarne le differenze più piccole. Per cosifatte prove non è mestieri di cangiar apparato. S'introducano nel recipiente aria infiammabile, ed aria comune, due terzi della prima, uno della seconda. (Le dosi possono essere abbondanti

senza correr rischio, atteso che l'infiammamento sarà debole, per atto d'esempio le misure dell'aria infiammabile possono arrivare a dieci, e a cinque quelle della comune). Non ci si riuscirà a farle prender fuoco per via della scintilla elettrica, tranne che sia vivacissima, che si metta in opera una giara. Converrà adunque aggiugnervi alcune bolle d'aria comune. Sù via pertanto, s'introducano ad una ad una varie bolle, tante cioè, quante ve ne vogliono perchè l'aria arda, e scoppi. Il numero delle bolle vi accennerà i gradi di vizio, o sia d'irrespirabilità di diverse arie. Per introdurre agevolmente bolle d'aria sempre eguali, io mi servo d'un picciol tubo ricurvo fornito d'un manico. Questo tubo ha tre o quattro linee d'apertura e l'altezza d'un mezzo pollice. Ivi appunto ove è strozzato dalla curvatura il canale, è chiuso da una pallottola di cera, o d'altro: veggasi D, fig. 6.

Che ne dite, Signore, di questa novissima foggia di *Eudiometro*? Non lo è diffatti? Si vorrà forse, che per aver diritto a portare tal nome, venga prima ridotto ad essere uno strumento non pure portatile, ma da tasca? Se altro più non si ricerca, la cosa è fatta. A (fig. 7) è un caraffino ovale che può contenere 4 once d'acqua. Ciascuno de' due capi è guernito d'una chiave d'ottone D, C. L'armatura della chiave C va a finire in una pancia B che può contenere intorno a un oncia. Due fili d'ottone impiantati nelle armature delle chiavi dirimpetto l'uno all'altro, si vengono incontro, verso il centro della caraffa, e finiscono lontani uno

dall'altro d'una linea incirca. E questo è il pezzo principale. L'altra parte è una caraffa E guernita d'una chiave di rame; la quale caraffa contiene l'aria infiammabile. Per fare l'esperienza s'empiono d'acqua le due capacità A B. Quindi chiudendo la chiave C si lascia che scorra l'acqua contenuta in B. Ciò fatto s'imbocca esattamente il collo e nella gola dell'armatura, da cui è ottenuta la chiave della caraffa E. Allora s'apra la chiave C, s'empierà la pancia B d'acqua che cadrà da A, e l'aria contenuta in B gorgogliando monterà in A. Si chiuda la chiave C, ed aprasi quella della caraffa E; l'acqua contenuta fra le due chiavi nella capacità B precipitando nella caraffa E sarà rimpiazzata da altrettant'aria infiammabile, di cui era piena questa caraffa. Se voi chiudete la chiave della caraffa E, ed aprite la chiave C, l'aria infiammabile monterà nel vaso A sloggiando altrettant'acqua, come prima. Voi vi avete dunque introdotto due misure eguali, una d'aria comune, l'altre d'infiammabile. Replicate l'operazione, avrete introdotto due misure d'aria infiammabile, ed una di comune. Separate una dall'altra le due parti della macchina; tentate di accender l'aria colla scintilla elettrica, non ne verrete a segno. Conviene pertanto aggiugnere alcune bolle d'aria comune: ma come fare? Capovolgete il pezzo A B di modo che la chiave D guardi all'ingiù, e la poc'acqua contenuta nella caraffa A copra la parte interiore della chiave D. Questa chiave non è traforata da banda a banda, ma in essa sono scavati due segmenti di sfera, o

due coni, che noo comunicano. Girando adunque la chiave, tosto che uno di questi scavi si presenta all' acqua contenuta in A, l' acqua discende e lo empie, e ne sloggia l' aria, che monta in forma di una, o più bollicine. Se la chiave fa uo altro mezzo giro, lo scavo succedente iotrodnce esso pure una bolla, mentre il primo si vota dell' acqua, di coi s' era empiuto precedentemente, e così via via. A questo modo si poò contrassegnare il vizio dell' aria pel numero delle bolle da aggiugnersi prima di ottenere l' infiammamento.

Io non voglio garantire un estrema esattezza e sensibilità in questo strumento, considerato come Eudiometro. Nè credo che possa pretendere d' esser anteposto agl' altri finora inventati; sebbene ci sia tutto il motivo di dubitare rispetto a cotesti della esattezza scrupolosa che cotanto viene vantata. A me basta che accenni se non le millesime e le centesime, le decime almeno de' vizi flogistici delle arie di diversi luoghi. Sò che il mio strumento ha non pochi svantaggi, cioè il bisogno d' un elettroforo anzi grande che nò, per metterlo in istato d' operare vigorosamente, e la noja di far tante prove, quante sono le bolle d' aria che s' introducono infino a che succeda l' infiammamento. Pure mi sembra un gran compenso la facilità di costruire il mio apparato, per cui si richieggono due chiavi di metallo in luogo che per gli Eudiometri ad aria nitrosa debbono essere di cristallo; e più ancora per la maniera facile e semplice di farne uso riempiendolo d' acqua in luogo di mercurio,

cosa onerosa e imbarazzante: oltre a ciò è assai più facile il far dell' aria infiammabile sempre perfetta, e di poca spesa, che fare dell' aria nitrosa, la quale, per non dir altro, s' altera troppo facilmente. Finalmente l' aria infiammabile non rende un odore tanto detestabile, quanto l' aria nitrosa.

Checchè sia di questo strumento considerato come Endiometro, esso ha l' avvantaggio di servire a quasi tutte le sperienze intorno all' aria infiammabile senza dover bagnare le mani. Se non altro io posso mostrare una dopo l' altra tutte le sperienze che ho rapportato di sopra, che confermano la teoria, ed altre piacevoli all' ultimo segno. Io fo, per esempio, tutte le sperienze della pistola; quindi rappresento una specie di lampo, attraverso a cui si distingue chiaramente la scintilla elettrica . . . Mi restano a dirvi mille altre cose, ma sono in procinto d' intraprendere un viaggio nella Svizzera. Al mio ritorno riprenderò la penna in mano. Forse avrò la consolazione di trovar sul tavolino una vostra Lettera. Intanto sono pieno di stima e di sincera amicizia.

DESCRIZIONE

DELL' EUDIOMETRO

AD ARIA INFIAMMABILE

Il qual serve in oltre di Apparato universale per l' accensione al chiuso delle arie infiammabili di ogni sorta mescolate in diverse proporzioni con aria respirabile più o meno pura; e per l' analisi di quelle, e di questa.

MEMORIA

DIVISA IN DUE PARTI

Questa Descrizione è stata estratta dal Vol. I. degli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli pag. 171.

PARTE PRIMA

Quando primamente scopersi, che l'aria infiammabile potea di leggieri accendersi per mezzo di una mediocre, ed anche picciola scintilla elettrica, non solo sulla bocca aperta de' vasi, il che era già noto, ma ben anche entro ai medesimi perfettamente chiusi, sol che vi si trovasse mescolata con sufficiente dose d'aria respirabile; la qual cosa mi fece tosto nascer l'idea, e mi portò alla costruzione tanto della pistola ad aria infiammabile, che si chiama ancora dal mio nome, quanto della lucerna, che altri ha creduto arrogarsi (*a*), pensai

(*a*) E' stato stampato a Strasburgo un Opuscoletto col titolo = *Description et usage de quelques lampes à air inflammable* 1780 =, dove l'Autore che è il Prof. Ehrmann, attribuisce l'invenzione al Sig. Furstenberger di Basilea; quando il vero si è, che avendo io il primo immaginato, e costrutto più d'una di tali lucerne, e ridotte a segno di servire d'*accendi lume* fin dalla primavera del 1777, poco dopo cioè l'altra mia invenzione della pistola ad aria infiammabile, ne avea mostrata l'idea nell'autunno seguente

bene fino d' allora, che non dovea arrestarmi a tali semplici applicazioni ed esperienze più di divertimento che altro, ma profittare della mia scoperta per portare più innanzi le ricerche sulla natura, e costituzione d' ambedue le arie richieste all' infiammazione, e sull' infiammazione medesima. Ecco infatti come mi esprimeva nell' ultima delle tre Lettere sopra la Costruzione di un Moschetto, e di una Pistola ad aria infiammabile pubblicate nella Scelta di Opuscoli di Milano nel corrente dell' anno 1777 in seguito ad altre sette sull' Aria infiammabile delle Paludi stampate poco prima a parte (*a*); la qual terza Lettera ha giusto per oggetto principalmente le utili applicazioni dell' anzidetta scoperta. » Ho prevenuto, e già più d' una » volta, che le sperienze della pistola elettrico- » aereo-infiammabile, ed altre analoghe guidano a

all' istesso Sig. Furstenberger non solo ma al Sig. Barbier de Tinan a Strasburgo, e a diversi altri nella Svizzera in occasione di un viaggio che feci. Non parlo di que' molti, a cui già aveva mostrata tal macchinetta costrutta, tanto a Como mia Patria, quanto a Milano.

Nel 1779 poi, epoca anteriore ancora d' un anno alla pubblicazione dell' Operetta del Sig. Ehrmann, ebbi occasione di mandare una di queste lucerne o accendilumi a Firenze, che feci costrurre dall' abile Macchinista dell' Università di Pavia Ab. Re pel fu Mylord Principe di Cowper, a cui io l' aveva già da un pezzo promessa.

(*a*) Se ne hanno più traduzioni Tedesche e Francesi, fra le quali una di tutte le 10 Lettere insieme, che è del Sig. Barbier De Tinan, Strasburgo 1778.

» ricerche e scoperte interessanti. In primo luogo
» io dicea, che cotesta pistola può servire ad uso
» d'un *provino*, ossia a paragonare la forza d'e-
» splosione delle arie infiammabili di diversa fatta,
» della metallica, di quella estratta da vegetabili,
» ed animali colla distillazione, della nativa delle
» paludi, ec., miste in tutte le proporzioni coll'a-
» ria comune, colla deflogisticata, con altre arie.
» Basta a tale oggetto adattare ec. » E poco dopo
» Non può non fornirci qualche nuovo lume l'e-
» sperimentare lo scoppio dell'aria infiammabile
» tanto in istato di gran rarefazione, quanto in
» quello di condensamento. Or l'espediente di
» accenderla nel chiuso con qualunque scintilla
» elettrica renderà queste prove facilmente prati-
» cabili. Se si adatti alla bocca della pistola ec. »
Soggiungeva finalmente riguardo alle ricerche più
istruttive. » Non è di poca importanza il sapere
» qual mutazione accada all'aria infiammabile nel-
» l'accensione; e in quale stato dopo si trovi.
» Cresce ella, o diminuisce di volume? Si scom-
» pone come fa l'aria nitrosa, in contatto della
» comune; o nò? In tutto; o in parte? Fassi al-
» cuna precipitazione? E di che? Alcune di queste
» questioni io le ho già risolute, e posta la verità
» a un chiaro lume d'evidenza, mercè di spe-
» rienze variamente combinate tra colla pistola,
» ti con apparati simili. Ho dimostrato primie-
» ramente, che l'aria infiammabile non che sce-
» mar di volume, tutta si scompone, perde l'abi-
» to areo, sparisce . . . . ., e dipiù anche dimi-

„ nuisce, in conseguenza di flogisticarla, l' aria „ comune, entro a cui s' accende. Di ciò mi sono „ accertato con tre maniere di tentativi „. E qui passo a descriverli, ed a riferirne i risultati per ben otto pagine fino al termine della Lettera.

I primi due modi, meno esatti, ed insieme più imbarazzanti, furon dopo alcune prove, che corrisposero abbastanza all' intento d' allora, da me abbandonati; onde ritenuto avendo soltanto il terzo, m' applicai successivamente a perfezionare l' apparato, finchè a capo di due anni lo ridussi al segno a cui anche in oggi si trova: tale cioè, che non saprei cosa ormai desiderare si possa per renderlo o più comodo, o più esatto, nel tempo che serve ad una moltitudine, e varietà incredibile di sperienze. Lo chiamo comunemente *Eudiometro ad aria infiammabile*; ma esso è ben più che Eudiometro: è un apparato universale per tutte le sperienze, e ricerche sull' infiammazione delle differenti arie, che immaginare si possono, eccetto quelle soltanto che richiedessero d' essere fatte molto in grande. Apparato acconcio ben anche a mostrare in che si converta ciascuna di tali arie infiammabili, che ardendo si consuma, ossia sparisce, e la corrispondente dose d' aria respirabile che sparisce pure con quelle.

Or siccome a codesto apparato ho fatto una dopo l' altra diverse addizioni e correzioni; così volendone qui dare una compiuta descrizione, trovo opportuno di presentarlo nelle varie forme che ha mano mano ricevute, cominciando dalla più semplice.

Ecco dunque la prima di tutte le costruzioni, accennata piuttosto che descritta nella sopracitata Lettera, delineata poscia, e spiegata un po' meglio (assieme ad un altro apparato più composto ad uso di Eudiometro) in un altra mia al D.r Priestley de' 2 Settembre dello stesso anno 1777 che trovasi parimente inserita nella *Scelta di Opuscoli interessanti: in Milano*.

» A B Tav. I, fig. 6. è un recipiente cilindrico di » cristallo grosso, del diametro d'intorno a un pol» lice e lungo 14 o 15, *dd* sono due palle annesse a » due fili d' ottone, i quali attraversano il turacciolo » di sughero, che spalmato di mastice chiude esat» tamente l'apertura superiore del recipiente. S'em» pie d'acqua questo recipiente, si capovolge, e se » ne attuffa la bocca in un vaso pieno d'acqua ec.: » s'introducono per essa, che è fatta a imbuto, » quelle misure che si vogliono d'aria infiammabile » e di comune. Ciò fatto, e tenendo con una mano » uno de' due fili metallici *d*, si fa scoccare, in quel » modo che più torna comodo, una scintilla elet» trica contro la palla *d* dell'altro filo. Questa scin» tilla ripetendosi in *c*, cioè nel picciolo spazio » d'interrompimento fra le due punte dei fili den» tro al recipiente, dà fuoco all'aria contenutavi; » la quale si dilata tosto, e fa nascere una scossa » nell'acqua, finita la quale ascosa l'acqua rimon» ta, ed accenna la diminuzione seguita nel volume » dell'aria ».

Le sperienze con questo ancor grossolano istrumento mi aveano già condotto a molti risultati,

quanto nuovi altrettanto importanti, che non tralaciai di riferire, nell' una, e nell' altra delle citate Lettere; dalle quali può ved ersi fin dove io era giunto. Or qui adesso non cerco di metter di nuovo in vista nè que' resu ltati, nè le conseguenze, e idee, che fin d'allora mi si presentarono: su questo cadrà forse in acconcio di parlare in una 2.ª parte di questa Memoria. Mio intendimento al presente si è di descrivere le addizioni, e nuove forme, che ha successivamente ricevuta il mio instromento.

§. 1. Ecco dunque la prima nella fig. 1. della Tav. II. A D è un grosso e forte tubo di cristallo, il quale deve esser lungo un piede almeno (e meglio se lo sia 15 o 16 pollici), tanto che adattandovisi una scala di 400 gradi, quale riuscirà molto comoda per le nostre sperienze, questi gradi vi si veggano ben distinti. Il calibro più o men grande, ed eguale per tutta la lunghezza, quant' è possibile, non debbe esser minore di 10 linee: e ciò per agevolare la pronta mistione delle due arie, infiammabile e respirabile, che s' introducono nel tubo per lo più una dopo l' altra. Finalmente la spessezza del vetro vuolsi di 2 linee almeno, onde resister possa alla forza d' espansione ed impeto di certi miscugli di queste arie, nell' atto che s' infiammano.

Essendo difficilissimo, per non dire impossibile, d' incontrare un tubo di questa grandezza, e grossezza esattamente calibrato, bisogna contentarsi di sceglierlo tale, che s' accosti quant' è possibile all' eguaglianza desiderata, e sia esente almeno da certe irregolarità troppo marcate, come sarebbero dei

ventri più larghi, e delle gole più strette. Del rimanente spiegherò in appresso con quale spediente, e in qual maniera si viene a capo di segnare con giustezza, malgrado il difetto di calibro, le divisioni, e graduazioni necessarie.

§. 2. Una delle aperture di questo grosso tubo, che chiamerò da qui innanzi *il Recipiente*, è guernita d'una ghiera, e cappelletto d'ottone *b*, *a*; adattata la prima, e attaccata con buon mastice, l'altro che vi si avvita. Questo cappelletto è rappresentato a parte nella fig. 2 acciò se ne veda meglio il congegno che lo rende atto a portar la scintilla elettrica nel recipiente: congegno non dissimile a quello, che praticar si suole nelle mie pistole ad aria infiammabile. Consiste dunque in un filo d'ottone ricurvo in *c*, e terminato in una palla, o globetto in *a*, investito da un tubetto di vetro *d d*, il quale è esso medesimo inserito nel cappelletto d'ottone *b*. Questo cappelletto si avvita, come si è già detto, sopra la ghiera *b*, fig. 1, e chiude esattamente, mediante il bordo o collare *b*, e un anello interposto di cuojo ingrassato. Si vede nella citata fig. 2 che il tubetto di vetro sporge fuori dal pezzo d'ottone *b*, sì superiormente, che inferiormente, cioè in *d* e in *d*; e si comprende facilmente che ciò è fatto ad oggetto che il fil metallico *a c* resti meglio isolato. Questo è ripiegato all'insù nella sua parte inferiore; e debb'esserlo in maniera, che la punta si trovi una linea circa distante dal pezzo d'ottone, contro cui è rivolta allora se una scintilla elettrica, che non sia neppur forte, venga a colpire il globo *a*,

debbe essa ricomparire o a dir più giusto eccitarsene un altra sulla punta *c*, e produr l'effetto, che ne aspettiamo; cioè l'infiammazione del miscuglio d'aria infiammabile, e d'aria respirabile introdotte nel recipiente fig. 1, e che essa scintilla percote.

§. 3. All'altra apertura del nostro recipiente cilindrico è adattato il pezzo d'ottone *c* B *d* F; formato 1 della ghiera *c*, che abbraccia esattamente il contorno del vetro, e si è, come l'altra ghiera superiore *b*, saldata con cera-spagna, od altro buon mastice: 2 del grosso *robinet* ossia chiave B, la quale dee chiuder bene a tenuta d'aria, ma con un quarto di giro presentare un largo foro, bastante cioè al passaggio simultaneo dell'aria, e dell'acqua: 3 della base F a forma di piede di candeliere, o a meglio dire d'imbuto rovesciato, per facilmente introdurvi sotto le misure d'aria, che si vogliono. Il tutto come si è detto, d'ottone, e di un sol pezzo se si vuole: quantunque per la facilità del lavoro, e per molti riguardi convenga assai più di avere queste tre parti separate in guisa, da congiungerle a vite ne' due luoghi *c* e *d*, a disgiungerle a volontà.

§. 4. Si comprende bene, che fa mestieri anche qui, e da per tutto dove si avvita un pezzo all'altro, non solamente un contatto pieno, e sufficientemente largo degli orli a forma di collare, quali sono *b*, *c*, *d*, ma inoltre l'interposizione di un anello di cuojo pieghevole, e morbido, che vi si adatti bene; e che debbe poi stringersi la vita tanto, che codesto cuojo interposto venga da detti

orli, o collari in tutta la sua estensione convenientemente compresso: senza di questo il recipiente non sarebbe a tenuta d'aria quanto si richiede. Anzi non basta d'un cuojo qualunque anche arrendevole, se non è inzuppato di grasso, o almeno imbevuto d'acqua, come sanno tutti quelli che hanno pratica delle sperienze pneumatiche. Qui però faremo osservare che pel nostro istromento, cui occorre sovente di tuffare nell'acqua o tutto, o almeno la parte inferiore, e che debbe cominciare a riempirsi prima d'acqua, e appresso vuotarsene più o meno nella parte superiore, ma non mai intieramente, ogni volta che si fanno esperienze con esso, le giunture *b*, *c*, *d* con gli anelli di cuojo ben preparati, e messi in buono stato una volta, continueranno nel loro ufficio di chiudere esattamente per assai lungo tempo, durante il quale non avran più bisogno d'altra preparazione, quand'anche fosse occorso di svitare più volte i pezzi, e rimetterli. Diviene talora necessario di disfarli così, per raggiustare il robinet, che è il pezzo che dà più pena a lavorarlo con quella esattezza che richiedesi ad impedire l'entrata nel recipiente dell'aria esteriore; la quale fa forza d'introdursi allora massimamente, che per effetto dell'infiammazione, e conseguente scomparsa di una porzione più o men grande dell'aria rinchiusa, vi si è formato un vuoto considerabile: come mostrerò più abbasso parlando delle sperienze di questo genere.

§. 5. A che servirebbe però che il *robinet*, e

le giunture chiudessero puntualmente, e a tutta prova, se poi le ghiere *b*, *c* non fossero aerrate addosso al vetro, e saldamente attaccatevi in tutto il contorno, che fasciano, con mastice, in guisa da non lasciare il minimo spiraglio? Convien dunque porre molta attenzione in ciò: convien sceglier un buon mastice, che si fonda a un grado di calore discretamente forte, e si renda abbastanza scorrevole; che faccia buona presa sul vetro, e sul metallo, che raffreddandosi, e indurandosi non lasci granelli, e non iscrepoli facilmente (*a*): convien riscaldare ben bene sì la ghiera, che il vetro (quest' ultimo con cautela, e poco a poco perchè non si spezzi: accidente cui vanno pur troppo soggetti i vetri, e tanto più quanto più sono grossi, ove si riscaldino bruscamente); indi spalmare, intonacare cioè di un sottile strato di tal mastice, tanto le pareti interne di essa ghiera, quanto gli orli del vetro, prima d' investir quella sopra questo: ciò fatto si riscaldano così uniti tutti intorno con un carbone acceso tenuto colle molle, e che si va avvivando col soffio della bocca, tantochè il mastice scorrendo da per tutto riempia ogni vano tra la superficie metallica, e quella del vetro, e li combaci ambedue in ogni punto.

(*a*) La cera-spagna di buona sorte ha tutte le richieste qualità; e sapendola applicar bene a queste, e a simili saldature, riesce meglio di quasi tutti gl' altri mastici.

§. 6. Ora per assicurarci, che tutto vada bene, cioè che e la saldatura con mastice *c*, e la prossima giuntura a vite, e il robinet B, chiudano a tenuta d'aria quanto fa di bisogno, si può mettere il nostro istrumento ad una facile prova, anche prima d'intraprendere le sperienze a cui è destinato; ed ecco quale ella è. Chiuso il robinet B, si attuffa tutto il piede d'ottone nell'acqua fin sopra *c*, indi svitato, e tolto via il cappelletto superiore *a b*, si applica all'apertura la bocca, e vi si soffia dentro con quanta più forza si può, osservando attentamente se dalla parte immersa, che comprende le commissure *c*, *d*, col robinet di mezzo, scappi per avventura attraverso l'acqua qualche filo d'aria in forma di bollicine: se così è che v'abbia uno, o più peli, per cui l'aria forzata trovi un passaggio, convien notare il luogo preciso, cioè il punto da cui si tramandano quelle bollicine per indi ricorrere il pezzo, e ripararlo a quel sito notato. dopo si ritorna alla prova. Può succedere benissimo, che riparata bene la prima, salti fuori un altra magagna, un altro sottile spiraglio cioè: si aggiusti dunque anche questo difetto, e così fino a che la prova col fiato più forzato mostri che il recipiente è a perfetta tenuta d'aria in tutta la sua parte inferiore.

Resta di porre ad egual cimento anche la parte superiore: e per ciò fare vi si avvita il suo cappelletto *a b*, che si era tolto via, e si serra quanto conviene; indi si capovolge l'istramento, e si tuffa colla testa nell'acqua fin oltre la ghiera *b*, e svi-

tato il piede F coll' annesso robinet B, onde potere applicare la bocca all' apertura della ghiera *c*, vi si spinge dentro il fiato, come si è fatto dall' altra parte, con quanta forza si può, per assicurarsi che neppure dalla ghiera, e cappelletto *a b* può passare l' aria comunque forzata.

§. 7. Ho detto che il pezzo, il quale esige più travaglio per esser fatto a dovere, cioè a perfetta tenuta d' aria, è il robinet. Un abile operajo però, uno capace di costrurre delle buone macchine, ed istrumenti di Fisica, soprattutto di Pneumatica, debbe saper lavorare tali robinet, che siano a tutta prova. È ben vero che il nostro (cioè quello attaccato al piede della fig. 1) presenta qualche maggiore difficoltà, non tanto per essere grosso, quanto pel foro del maschio B, che debb' essere molto largo, di 4 linee di diametro almeno; e ciò perchè l' aria possa salire attraverso l' acqua contenuta nel recipiente, e questa al medesimo tempo scolare, e non arrestarsi per ingorgamento. È altresì spediente, acciò non vi nasca tale intoppo, che impedisca l' acqua di discendere, e l' aria di montare pel medesimo foro, che questo sia alquanto svasato alle due estremità, cioè nelle due teste del robinet, che s' aprono una nel recipiente, l' altra nel piede della bussola; ed è non men utile che comodo di praticare alla chiave girabile ossia maschio B un ritegno, che li permetta di fare un quarto di giro, e nulla più, quanto cioè bisogna per ben chiudere, e ben aprire, presentando direttamente il suo foro all' apertura per questo verso, e nascondendolo al più possibile per l' altro.

§. 8. Prendiamo ora il nostro istromento, e collochiamolo, come sta nella fig. 1. ritto in piedi sulla tavoletta della vasca piena d' acqua, di cui si fa uso per tutte le sperienze pneumato-chimiche: ma prima di così rizzarlo in piedi, e collocarvelo, riempiamolo esso medesimo d' acqua. Perciò fare si corica e si tuffa orizzontalmente nell' acqua della vasca (che deve essere più grande della qui rappresentata), e s' inclina più al basso la parte sua superiore, tantochè l' acqua possa colarvi entro per la grande bocca rivolta all' insù del piede F, e pel foro aperto del robinet, e sloggiare tutta l' aria contenuta nel recipiente: dopo di che si rimette sul suo piede, e si conduce poco a poco fino a posare sulla già detta tavoletta, ponendo tutta l' attenzione di non lasciar punto sortire dell' acqua, ma tenerveli costantemente immersi, i labbri della grande apertura, ossia piede a imbuto F. Or acciò l' acqua li ricopra tutt' intorno prima e dopo che l' istromento è stato condotto e posto ritto in piede sulla tavoletta, è necessario, come ben si vede, che l' acqua della vasca sormonti alcun poco essa tavoletta: basterebbe, è vero, di una linea, ed anche meno; ma per comodo maggiore è meglio che la sopravanzi di più linee, e se fosse anche un pollice o due non sarebbe male.

§. 9. Si può anche riempire d' acqua il recipiente in un altra maniera a certi riguardi più comoda. Si svita e si toglie via il cappelletto *a b*; indi voltata la chiave B nel senso che apre, s' immerge tutto il piede nell' acqua fin sopra esso robinet, fin sopra la

ghiere c, e più se si vuole: con che trovandosi il recipiente aperto sì in cima che in fondo, l'acqua vi entra liberamente e per di sotto, e lo riempie fino al punto dell'immersione, il qual basta che sia sopra la chiave B: più o meno non importa. Allora volgendo essa chiave, si chinde; e per l'apertura superiore si finisce di riempire il recipiente d'acqua, versandovela con un orciuolo; e colmato che ne è, vi si avvita bravamente il suo cappelletto *a b*: il che sebben fare non si può senza che ne sorta dell'acqua, in grazia della parte *b d c* del cappelletto fig. 2 che penetra dentro; adoperando con bella maniera non ne esce più del dovere, e tutto tutto riman pieno il nostro recipiente d'acqua, senza che vi resti bolla d'aria. Come dunque in questa maniera non fa bisogno di coricarlo e immergerlo tutt'al lungo nell'acqua della vasca; così questa può essere assai più picciola, com'è quella C della fig. 1; e non è neppur necessario che vi sia adattata la tavoletta G, sebben riesca ciò di molto comodo; onde può servire una catinella qualunque.

§. 10. Stando ora il recipiente cilindrico tutto pieno d'acqua, e dritto e fermo sul suo piede F, il quale rimanga tuffato nell'acqua di qualsisia vasca o catino una o più linee sopra i suoi orli, ed anche tutto, e fin sopra il robinet se si vuole (meglio è però che questo resti fuori, pel comodo di maneggiarlo senza immerger le mani nell'acqua), eccoci a portata d'intraprendere con tal apparato un gran numero di sperienze non meno istruttive, che belle, variandole in cento modi. giacchè introdot-

tevi per di sotto, come è facile, una, due, tre misure ec. di questa o di quella specie d'aria infiammabile, ed altrettanto, o più o meno di tala o tal altra aria respirabile di diversa bontà (le quali misure d'aria salendo in forma di grosse bolle attraverso l'acqua del recipiente fino alla cima ne cacceran fuori, deprimendo la colonna, altrettanta acqua); basta far giaocare le scintille elettriche contro la palla *a* del cappelletto, ossia per mezzo del filo *c* conduttore (la di cui costruzione già spiegata nel §. 2. torna a scoccare sulla punta *e* del filo d'ottone ricurvo), che termina entro quel volume d'aria confinato nella parte superiore del recipiente; basta, dico, tirare così una o più scintille di discreta forza, per vedere quali sono i miscugli d'aria che possono, e quelli che non possono infiammarsi; e ciò che accompagna e siegue l'infiammazione in tutti quei casi, in cui essa ha luogo, sia riguardo alla forza di espansione, sia riguardo alla vivezza e colore della fiamma, sia riguardo alla diminuzione del volume d'aria ec.

§. 11. Trattandosi di studiare particolarmente quest'ultimo fenomeno, che è nel medesimo tempo il più sorprendente, e il più istruttivo, trattandosi, voglio dire, di determinare con esattezza la diminuzione o consunzione d'aria sopraccennata, ci bisognano prima di tutto delle misure esattissime; e non è così facile, come può sembrare a prima vista, di averle. In primo luogo s'incontrano delle difficoltà a introdurre nel nostro recipiente in diverse volte delle quantità d'aria precisamente eguali, co-

me si vorrebbero; non bastando a ciò di servirsi sempre della stessa boccettina o dello stesso tubo per misura; giacchè riempinto si l'uno che l'altra prima d'acqua indi d'aria sott'acqua, come conviene, l'aria per lo più sporge dalla bocca in forma di una bolla emisferica, or più, or meno grande; e se anche cerchiamo di tagliare questa bolla d'aria protuberante, di tagliarla, dico, rasente l'orificio col bordo della tavoletta, che sta nella vasca, strisciandovi sopra bel bello i labbri di esso orificio, o non si lascia tagliar tal bolla, e vi si comprime in vece dentro, o spezzandosi avviene che o troppo o poco se ne tolga via, secondo che l'accidente porta, e mai o quasi mai la porzione giusta. Una seconda difficoltà, ossia cagione di errore considerar conviene nel calore comunicato all'aria nella boccettina o tubo che serve di misura, pel contatto della mano; il qual calore dilatando essa aria, e ciò più o meno, secondo che la mano medesima è più o men calda, e vien toccando in più o men punti, e più o men lungamente que' piccioli recipienti, fa che contengano aria or più or meno rara, e quindi non sempre un eguale quantità della medesima.

§. 12. Tanto l'una però, che l'altra di queste difficoltà e cagioni d'errori, e si di errori molto notabili, sono tolte si può dire del tutto, qualora ci serviamo per misura del piccolo istromento immaginato dal Sig. Felice Fontana per il suo Eudiometro ad aria nitrosa, e che per la sua esattezza fu tosto adottato dai Fisici occupati particolarmente nelle sperienze pneumato-chimiche. Questo strumento,

che serve a darci delle misure d'aria sempre eguali, vedesi rappresentato nella fig. 4 e consiste nel tubo di cristallo A chiuso in cima, aperto in fondo dove è piantato e saldato con mastice o cera nel piede d'ottone *d c*, nel quale è praticato un taglio, per cui scorre orizzontalmente, radendo l'orificio del tubo, la lastretta B forata nel mezzo, in guisa che quando è cacciata dentro coincidono i labbri di tal foro con quelli di esso tubo o misura, e quando è tirata fuori, come si vede nella fig., chiude, e separa la capacità cilindrica superiore *dA*, cioè quella della vera misura, dalla conica inferiore cioè del piede C. Con questa artifiziosa costruzione, quando o reggendola con due dita cotal nostra misura piena d'acqua, o meglio posandola sopra il foro della tavoletta della vasca, in guisa sempre che il suo piede C peschi nell'acqua, vi si fa passar sotto quella specie d'aria che si vuole, fino a scacciarne tutta l'acqua, fino a che l'aria medesima ne sbocchi dall'orlo C, facendo allora scorrere dolcemente la lastretta B, si viene a tagliar netta la colonna d'aria, e ad averne sempre l'istessa quantità: il di più, che resta sotto la detta lastretta nella cavità del piede, si fa sortire inclinando l'istromento, e coricandolo quasi orizzontalmente, col piede C sempre sott'acqua, dal quale vedesi sortire cotal aria in forma di una grossa bolla, o di due. Cettata via così quella poca aria che sopravanza alla misura, si apre questa con ricacciar dentro la lastretta B, e portandone l'orlo del piede C sotto quello del piede F del recipiente grande (fig. 1) si fa passare in questo, me-

diante l'inclinar tanto la misura (fig. 4) che C venga più alto di A, tutta l'aria che essa contiene.

§. 13. Non importa nel fare tutto ciò, che si tocchi e si scaldi colla mano codesta misura: giacchè l'aria compresa nella capacità superiore alla lastretta B non può sortirne, nè prima quando questa chiude, nè dopo che le presenta il suo foro; essendovi sotto la medesima nella cavità del piede C più acqua di quella possa venir cacciata fuori da detta aria dilatata quanto più è possibile dal calor della mano. Gli è dunque soltanto allorchè si sta introducendo l'aria nella misura, e finchè non si è tagliata fuori colla lastretta B la giusta porzione d'aria da quella che sopravanza, gli è durante questo tempo, che schivar bisogna di applicar la mano al cilindro A d: per lo che sarà spediente non toccar mai altro che il collo del piede C, e con sole due dita; ed anche non toccarlo che il meno possibile, prima di affettuare colla lastretta B il già detto taglio dell'aria. Ed ecco il perchè ho accennato qui sopra (§. 12) esser bene che la nostra misura (fig. 4) si tenga in piedi da se posata sopra la tavoletta G della vasca (fig. 1) nel tempo che si riempie d'aria, anzichè tenerla sospesa colla mano.

§. 14. Un altra non inutile avvertenza è quella di non tenere troppo profondamente immerso nell' acqua il piede C della misura, allorchè si fa scorrere la lastretta B per tagliar giusta la colonnetta d'aria. E ciò per la ragione, che più si affonda, e più l'aria introdottavi si condensa per la pres-

sione dell'acqua esterna che sta sopra il livello. La differenza però che può nascere da questo è picciolissima e affatto inconsiderabile, se l'acqua al di fuori non sopravanza che di alcune linee l'orlo del piede C; giacchè ci vogliono vicino a 4 pollici di altezza della medesima per condensar l'aria di un solo centesimo. Ad ogni modo è bene, giacchè costa sì poca fatica, di schivare quel qualunque errore che può indursi anche da un sol pollice, e fin da poche linee d'immersione, sollevando la nostra misura tanto che l'orlo C venga quasi a fior d'acqua nel momento che si tira fuori la lastretta scorrevole B per tagliare la colonna d'aria, come si è detto. Prima di tale operazione, e dopo anche che siasi evacuata l'aria superflua rimasta sotto detta lastretta nella capacità del piede C, si tenga pure immerso a qualunque profondità nell'acqua, che non importa; basta tenerlo a fior d'acqua o quasi nell'indicato momento del taglio: questo è che determina la giusta misura, quando cioè l'aria in quell'istante non vi si trova nè dilatata da un calore superiore a quello dell'ambiente, nè condensata dalla pressione di una colonna considerabile d'acqua.

§. 15. Non contento di tutte queste correzioni da lui fatte alla sua misura, pensò il Sig. Fontana, per ottenere la più gran precisione, a togliere un altro piccolo errore che nasce dal velo d'acqua or più or meno grosso, che rimane attaccato alle pareti interne dal tubo A d (fig. 4) che serve di misura, e singolarmente da molte visibili, e grosse

goccie, che quà e là vi restano appiccate, le quali essendo or più, or meno grosse, or in maggiore or in minor numero, diminniscono, quando più e quando meno, la vera capacità di esso tubo, e quindi la quantità d'aria contenutavi; ond'è che non possiamo promettercela sempre eguale. Il miglior rimedio pertanto da lui trovato a questo inconveniente è di lavorare a smeriglio fino tutto l'interior del vetro, tanto da levarne il lucido: allora l'acqua ne scola molto più uniformemente; e non vi lascia attaccate le visibili grosse goccie, di cui or ora parlavamo.

§. 16. Lo stesso smerigliamento e per l'istesso oggetto, vuol che si pratichi il Sig. Fontana anche all'altro tubo più grande, che forma il recipiente del suo Eudiometro ad aria nitrosa. Ma pel mio ad aria infiammabile incomparabilmente più grande ancora (fig. 1) non reputo necessaria assolutamente una tal fattura, essendo un nulla quasi, e non potendo arrivare ad un centesimo di misura, e forse neppure a un ducentesimo, la differenza nata dalla varia grossezza e numero delle mentovate goccie aderenti al vetro: e tanto meno la bo per necessaria, quantochè ottengo l'istesso intento, di far cioè che coli uniformemente l'acqua, e non lasci quà e là nè molte nè poche goccie, almeno grosse, attaccate al vetro, digrassando questo bene con saponata, ed anche meglio con acqua di calce. Mi contento pertanto di praticare di tempo in tempo codesta lavatura con acqua di sapone tanto pel grande recipiente della fig. 1, quanto per il piccolo della

fig. 4 che serve di misura; e mi dispenso dallo amerigharli. L' esatta corrispondenza delle prove ripetute molte volte, che esporrò nella II parte di questa Memoria, mostrando l' esattezza in tutto del mio apparato, toglie nel medesimo tempo ogni scrupolo su quella delle mie misure.

§. 17. Vengo ora ad una difficoltà maggiore, qual' è quella di segnare le divisioni sul gran recipiente cilindrico della fig. 1 in modo che vi siano esattamente presi non solo gli spazi che vi occupano una, due, tre, quattro misure d' aria del misurino fig. 4; ma le divisioni pur anche di ciascuna in molte picciole parti eguali, come sarebbe in 100me. In tante parti appunto, cioè in 100 gradi, trovo opportuno di suddividere ogni intiera misura; giacchè inutile riescirebbe, e troppo poco distinguibile una graduazione più minuta, qual sarebbe se tal misura che nel recipiente occupa da tre pollici o poco più, si dividesse in parti più piccole di $\frac{1}{3}$ di linea. Del resto la misura (fig. 4) è da me scelta tale, che possa essere contenuta quattro volte e un poco più nel recipiente della fig. 1, in cui si vedonn scritti ne' luoghi corrispondenti 100, 200, 300, 400; e segnate le divisioni intermedie.

In che dunque sta la difficoltà di fare una tal graduazione giusta? Essa stà nel recipiente cilindrico medesimo, che così largo è quasi impossibile trovarlo che sia esattamente calibrato, e nell' aumento di volume che prende ogni misura d' aria introdottavi per disotto nel modo indicato: aumento ineguale, maggiore cioè per la prima, men grande

per la seconda, per la terza ancor minore ac.: dal che ne viene, che le divisioni segnate sopra esso recipiente a distanze eguali, non darebbero già quantità eguali d'aria. Giovera trattenerci alcun poco a mostrare colla ragione e col fatto tal cosa.

§. 18. S'introduca nel nostro recipiente cilindrico (fig. 1) una misura d'aria tale, che non cambiando di densità dovrebbe occupare lo spazio dalla sommità di esso cilindro fino alla divisione notata 100. È facile comprendere, che quest'aria allorchè è venuta, attraversando l'acqua, ad occupare tal parte superiore del recipiente, dee ivi dilatarsi ed estendersi oltre il detto segno 100, per la ragione che la colonna d'acqua, che rimane tuttavia sostenuta nel medesimo recipiente sopra il livello dell'acqua nella vasca, cioè da G fino presso al segno 100, produce un effetto barometrico, vuò dire bilancia in ragione della sua altezza una parte della pressione della colonna atmosferica; e però quell'aria confinata là in cima del recipiente, trovandosi meno campressa dell'aria esteriore, dee diradarsi, dee venire ad occupare uno spazio proporzionalmente più grande. Poniamo che la pressione dell'atmosfera sia eguale a 380 pollici d'acqua (equivalenti a circa 28 poll. di mercurio, che è l'altezza media del Barometro); e supponiamo, che la colonna d'acqua rimasta nel recipiente (fig. 1) dopo avervi introdotta la detta misura d'aria giunga all'altezza di 15 pollici sopra il pelo dell'acqua nella vasca. Questa colonna d'acqua è dunque sostenuta dalla pressione dell'a-

ria esterna, la quale per quanta parte s'impiega a bilanciare cotai 15 pollici d'acqua, per altrettanto meno preme l'aria che occupa lo spazio superiore a detta colonna d'acqua: e quindi tal aria invece di tutt'intiera la pressione atmosferica eguale a quella di 380 pollici d'acqua, ne soffre una di 380 meno 15, cioè di 365. Ora egli è un principio notissimo di Aerologia, che la densità dell'aria è in ragione diretta delle pressioni che soffre; e quindi in ragione inversa è il suo volume. Si dirà dunque: come sta la pressione residua = 365 al volume originario dell'aria = 100 nella nostra supposizione; così la pressione originaria = 380 sta al volume dell'aria che si ricerca: onde chiamato questo volume x, sarà la formola $100 : x :: 365 : 380$, e fatto il calcolo verrà $x = 104 \frac{40}{365}$. La misura dunque d'aria che, restando di densità eguale a quella dell'esterna, occuperebbe 100 divisioni giuste, venendo ora liberata di $\frac{15}{380}$ della primiera sua pressione (in grazia di una colonna d'acqua alta appunto 15 pollici che le sta sotto sospesa, mentre l'intiera pressione della colonna atmosferica, equivale a 380 pollici della stessa acqua) si estenderà nel nostro recipiente (fig. 1) ad occupare 104 divisioni, e un pochetto più.

S'introduca ora una seconda misura d'aria eguale alla prima, e però tale, che occuperebbe, se punto non si dilatasse, 100 divisioni: la colonna d'acqua nel recipiente verrà depressa, supponiamo, di 3 pollici, cioè dai 15 pollici d'altezza a cui era prima, ai 12. L'aria dunque esterna non so-

stenendo più che una colonna d' acqua di 12 pollici nel recipiente, e la sua pressione sulla superficie dell' acqua della vasca essendo ancora eguale a 380 pollici, è facile di trovare, calcolando nel modo quì sopra spiegato, quale spazio occuperanno tutt' insieme le due misure d' aria in esan recipiente introdotte; giacchè dirassi: se queste due misure d' aria con una pressione = 380 occuperebbero uno spazio = 200; quale spazio occupar dovranno per una pressione di 380 — 12, cioè = 368; ritenuto il principio, che i volumi dell' aria sono in ragione inversa delle pressioni? Avrem dunque 200 : x : : 368 : 380: e quindi $x = 206 \frac{192}{368}$. Si vede pertanto, che le nostre due misure d' aria, le quali se non seguisse dilatazione della medesima, occupar dovrebbero nel recipiente cilindrico (fig. 1) lo spazio soltanto di 200 divisioni, cioè 100 per una, s' estendono a 206 $\frac{1}{2}$ una: e riflettendo che la sola prima avea portato, come mostrammo, ben 104 $\frac{4}{10}$ circa, si rileva che la seconda, tuttochè eguale quantità d' aria, non ha portata tanto, avendo aggiunto soltanto 102 $\frac{1}{2}$ circa.

Proseguiamo ad introdurre nel nostro recipiente cilindrico una terza misura, e vi venga depressa la colonna d' acqua di 3 altri pollici circa, onde non rimanga più sostenuta che a 9 poll. di altezza. L' aria esterna esercita dunque ora contro l' aria confinata in esan recipiente, la qual aria in quantità di tre misure dovrebbe occuparvi uno spazio = 300, se durasse a sopportare la pressione = 380, esercita, dico, la colonna atmosferica contro

tal aria confinata una pressione $= 380 - 9$, cioè $= 371$. Dobbiam pertanto calcolare così. $300 : x :: 371 : 380$: ed avremo $x = 307 \frac{103}{371}$. per lo spazio che occuperanno le tre misure insieme.

Sopravvenga finalmente la quarta misura; e depressa ancora la colonna d'acqua nel recipiente non abbia più d'altezza sopra il livello esteriore, che circa 6 poll: fatto il calcolo $400 : x :: 374 : 380$, risulta $= 406 \frac{166}{374}$.

§. 20. Or dunque riassumendo, una misura d'aria eguale originariamente a 100 ha occupato nel nostro recipiente cilindrico lo spazio di ben $104 \frac{40}{568}$ divisioni: due misure hanno occupato lo spazio di $206 \frac{122}{358}$: tre son giunte a $307 \frac{103}{371}$: e quattro finalmente a $406 \frac{166}{374}$. Dal che si vede, che quantita eguali d'aria introdotte una dopo l'altra han portato, non già eguali aumenti di volume, ma di mano in mano minori; mentre la prima misura avendoci dato 104 e un pochetto più; la seconda ha aggiunto soltanto 102 ½ prossimamente, la terza meno di 101; e la quarta finalmente poco più di 99, cioè meno dell'originario suo volume. Che se pertanto dopo introdotta la I.ª misura che occupò gradi $104 \frac{1}{10}$ circa, si fossero prese a segnare col compasso a distanze eguali ciascuna delle altre misure, si vede, che nato sarebbe un errore considerabilissimo; giacchè portato avrebbero la II.ª $208 \frac{2}{10}$; la III.ª $302 \frac{3}{10}$; e la IV.ª finalmente $416 \frac{4}{10}$ invece di $206 \frac{3}{10}$; $307 \frac{3}{10}$; e $406 \frac{4}{10}$, che l'esperienza d'accordo col calcolo ci danno effettivamente.

§. 21. Egli è così, che gli spazi occupati, e quindi i volumi d'acqua cacciati fuora da misure eguali d'aria, che s'introducono successivamente nel recipiente della fig. 1, che pur suppongo calibrato, vanno mano mano diminuendo; in modo però che il volume totale di quell'aria è sempre maggiore del suo originario, cioè tal aria tiensi sempre più rara dell'esterna, fintantochè c'è dell'acqua sostenuta in esso recipiente cilindrico sopra il livello di quella nella vasca. A misura che la colonna d'acqua sostenuta diviene men alta, e si accosta a cotesto livello, anche l'aria ch'è sopra s'accosta alla sua primiera densità, cui ella ottiene al fine, e si restringe al giusto suo volume, quando l'acqua interna è ridotta a perfetto livello coll'esterna. Ma troppo forse mi sono esteso sopra un fenomeno di Aerometria, che bastava d'indicare per far comprendere quello, che ho sopra (§. 17 seg.) voluto far osservare, cioè che una graduazione fatta semplicemente col compasso sopra il nostro recipiente, supposto ancora perfettamente calibrato, non può esser giusta, trattandosi di misurare delle quantità d'aria introdottevi allorchè prenò d'acqua si regge sopra l'acqua della vasca, come rappresenta la fig. 1.

§. 22. Or dunque se in tale posizione di esso recipiente le successive misure o quantità eguali d'aria vi occupano degli spazi mano mano minori, come la ragione e l'esperienza ci mostrano; egli è evidente, che anche le suddivisioni di ciascuna misura in quante parti si vuole, non deb-

bono esser prese col compasso, segnate cioè a distanze eguali, bensì forse di mano in mano più piccole, se hanno a dinotare delle quantità d'aria rigorosamente eguali. Ma il calcolare, e fare una tal graduazione con esattezza, massime allorchè si tratta di venire a un gran numero di siffatte divisioni, come di 100 per ogni misura della fig. 4, e quindi di più di 400 per tutto il recipiente cilindrico fig. 1, è cosa estremamente penosa, e di difficilissima esecuzione. Lascerem dunque correre l'errore, che può nascere dal dividere col compasso con 100 parti eguali ciascuna di dette misure, errore in fine pochissimo considerabile, giacchè non può giungere mai ad $\frac{1}{4}$ di grado, e ci contenteremo di aver posta la maggior cura nel segnar giuste queste misure fondamentali, che essendo grandi porterebbero altrimenti un errore molto notabile? Ma se possiamo diminuire ancora di molto, se non togliere affatto, quell'anche picciolo errore, e perchè nol faremo?

§. 23. Tra i mezzi di ciò ottenere il più semplice ed ovvio è quello di tuffare il recipiente nell'acqua della vasca, tanto che venga al livello di questa l'acqua in esso contenuta, e ciò ogni volta che si vuole osservare il vero volume dell'aria che sta sopra. Prendendo questo partito anche le divisioni delle quattro misure fondamentali, cioè i punti 100, 200, 300, 400, si saran dovuti segnare tuffando il recipiente fino a tali confini dell'aria e dell'acqua là dentro. Ma a ben pensarla un tale espediente non è molto buono, non potendosi in

grazia di quest'immersione osservare esattamente e marcare appuntino dove arrivi l'aria rinchiusa, tal che può andare lo sbaglio a due divisioni, ossia gradi, e più ancora. D'altra parte è molto più comodo di lasciar fermo in piedi sulla tavoletta della vasca il nostro recipiente: e il tuffarlo or più or meno profondamente, cioè quanto farebbe bisogno, oltre all'incomodo, ed all'accennata incertezza dell'osservazione, non è sempre possibile: lo è quando si sono introdotte in esso quattro misure d'aria, che l'occupano quasi tutto, cioè fino a 400 (fig. 1) ed anche tre sole, che giungono fino a 300: ma se vi sono messe non più di due misure, od una sola, come tuffarlo allora fino ai punti 200, e 100, ove la vasca, di cui ci serviamo, non sia molto profonda?

§. 24. Ecco dunque un altro mezzo, col quale lasciando l'istromento fermo al suo luogo, e servendoci anche d'una vasca piccolissima, o di una catinella qualunque (sol che la sua capacità permetta di rivolgervi il cilindretto che serve di misura (fig. 4) ed una boccettina, per travasar secondo che occorre l'aria da questa a quello, e da quello (fig. 1) al recipiente) possiam correggere il piccolo errore sopra indicato delle suddivisioni, tanto che da piccolo, diventi piccolissimo, e quasimente svanisca; e ciò non solo, ma correggere ben anche l'altro errore più considerabile proveniente dall'ineguaglianza del calibro nel nostro cilindro: la quale ineguaglianza, che si può dire inevitabile per cilindri così grossi e lunghi, abbiam fin da principio

notato, che presentava una delle grandi difficoltà all' esatta graduazione. Questo mezzo è, se si vuole, un mezzo empirico, facendosi le correzioni a tastone, ed una per una, ma mezzo facile, e che non esige altro che attenzione, e pazienza.

§. 25. Convien avere una misura molto più piccola di quella rappresentata dalla fig. 4, ma guernita egualmente del pezzo d' ottone d B C, cioè del piede svasato C, e della lastretta scorrevole e forata nel mezzo B. Si può anche fare tal picciola misura da inserirsi a vite o altrimenti nel luogo d dell'istesso pezzo d' ottone, talchè questo serva e per la grande, e per la piccola misura, la qual ultima è bene che sia tanto piccola da potere essere contenuta 40 volte e più nel recipiente della fig. 1. In tal modo occupando ciascuna di queste picciole misure appena $\frac{1}{40}$ della lunghezza di esso recipiente, il che porta meno di 4 linee, se questo sia lungo 13 pollici; ben si vede che dentro al piccolo intervallo l' inesattezza del calibro, non può portare differenza notabile nelle suddivisioni prese col compasso, quando non vi siano giusto tra un limite e l'altro de' gonfiamenti o gozzi e delle strozzature molto patenti, che abbiam raccomandato di schivare nella scelta del nostro grande tubo cilindrico, escludendo fin quelli, che comparissero manifestamente di calibro troppo ineguale (§. 1).

§. 26. Preparato così il misurino, e riempinto d'acqua il recipiente (fig. 1), e posto in piedi sulla tavoletta G della vasca C, come ho già insegnato, vi fanno entrare una dopo l'altra molte di tali piccole

misure d' aria; quante cioè nè contiene; e si segnano une per una con somma diligenza. Si possono segnare sul recipiente medesimo col diamante: ma intaccando così il vetro, lo si rende soggetto a spezzarsi; e v' è pericolo che, non potendo sostenere lo sforzo di qualcuna delle più vigorose infiammazioni, venga infatti una volta o l' altra a saltare. È dunque molto meglio di scolpire i segni e le divisioni tutte sopra una, due, o tre lastrette, ossia righe d' ottone adattate a quest' effetto tott' al lungo del cilindro, e fissatevi con vite nelle due ghiere *b*, *c*. Queste righe (giacchè fanno molto meglio due, o tre, che una) servono anche a ritenere a luogo le dette due ghiere; le quali altrimenti, attaccate con solo mastice, potrebbero essere spinte e gettate via dalla gran forza espansiva dell' aria rinchiusa, el momento che questa s' infiamma: come m' è accaduto infatti più d' una volta (quando non v' erano le lastrette, di cui ora parlo) di vedere cacciata in alto dall' esplosione il pezzo *b*, *n*.

§. 27. Una cosa che merita molto d' essere notata è: che siccome l' acqua non si compone in una superficie piana entro ai recipienti di vetro, ma ne prende una concava, e tanto più concava quant' esso recipiente è men largo, in virtù dell' attrazione che interviene tra il vetro e l' acqua, e che fa inalzar questa sulle pareti di quello; così riesce difficilissimo, per non dire impossibile, di cogliere, giudicando ad occhio, e determinare il punto preciso, ove termina la colonna d' acqua, e quindi di misurare esattamente il volume dell' aria contenuta nel

nostro recipiente (fig. 1) sopra essa acqua. Per rimediare a questo inconveniente ho immaginato di adattare al ciliudro l'anello AD, che va sù e giù a afregamento dolce, tantochè può arrestarsi a quel luogo che si vuole. Torna anche comodo per diverse sperienze, che al nostro recipiente ciliudrico si siano adattati più d'uno di tali anelli scorrevuli, es. gr. tre, come vedesi nella fig. 7. Quando dunque si tratta di segnare la giusta misura dell'aria introdotta, spingo l'anello AB fig. 1 (o se ve ne ha più d'uno, quello che si trova più vicino) fino a trovare il punto, ove il mezzo della superficie convessa dell'aria tocca il mezzo della superficie concava dell'acqua, cioè fino al limite segnato nella figura dalla linea punteggiata o 100; di maniera che il lembo superiore e perfettamente orizzontale di esso anello AD venga ad essere la tangente di detta superficie curva dell'aria: il confine della quale coll'acqua, indicato appunto da una linea curva alquanto ombreggiata, si distingue assai bene, guardando attraverso la colonna d'acqua, e un poco dal basso all'alto contro la luce di una finestra. Così dunque debb'essere portatu l'anello scorrevole AD fino a toccare col suo lembo detta linea ombreggiata, ma a toccarla appena nel mezzo, ed ivi solo confondere colla sua la di lei ombra, lasciando che traspaja un poco di chiaro alle due parti e 100.

§. 28. Quanto all'esecuzione della graduazione col mezzo indicato, non si può troppo raccomandare d' impiegarvi tutta l' attenzione e diligenza

possibile. Non dobbiam contentarci d'introdurre una misura dopo l'altra, segnandole di mano in mano ciascuna, una sol volta; ma ripigliar conviene tutto da capo una seconda, ed una terza volta, se occorre, per correggere degl' errori, che per avventura, per qualche picciol fallo pressochè inevitabile, siano corsi. Conviene, per quanto porti di pena e di noja un tal lavoro più volte riassunto, non lasciarsene ributtare. Del resto suppongo, che si maneggi a dovere la misura, e con tutte le attenzioni necessarie: quali sono di lasciarla ben bene sgocciare, dopo che si è riempiuta d'aria; di ben tagliare la colonnetta d'aria colla lastretta scorrevole (fig. 4), ed indi vuotarne esattamente la porzione superflua; di non applicare la mano al misurino medesimo, sì che l'aria vi si riscaldi, e dilati prima dell'indicato taglio ec.: intorno alle quali attenzioni si è detto abbastanza ai §§. 12-25.

§. 29. Allorchè procedendo nella maniera indicata ho segnati i punti sulle lastrette metalliche adattate stabilmente al recipiente cilindrico (fig. 1), e vi ho tirate con un punterolo le linee corrispondenti a ciascuna di quelle piccole misure d'aria, che esso recipiente contiene, in numero cioè di 40 almeno; e quando finalmente avendole rettificate tutte tali divisioni con replicate prove, son sicuro esser quelle esatte; non mi dò più tanta pena per le suddivisioni: bastandomi di spartir quelle prime ognuna in 8, 9 o 10 spazi eguali presi col compasso, secondo il numero de' gradi che mi piace d'avere in tutta la lunghezza del re-

cipiente. Ho trovato molto comodo per varie sperienze, e per facilità de' calcoli, che la graduazione s'estenda un poco oltre i 400, come vedesi nella fig. 1 e 7. Questa suddivisione delle piccole misure fatta col compasso non può portare, come già s'è detto (§. 24), errore notabile, nè dipendentemente dalla colonna d'acqua di qualche linea soltanto più alta o più bassa, nè dipendentemente dall'ineguaglianza di calibro nel recipiente cilindrico. Supposto che le divisioni segnatevi col primo metodo, cioè coll'introduzione reale di altrettante misure eguali d'aria, siano dalla cima al fondo in numero soltanto di 40, non occuperà ciascuna che 4 in 5 linee, ove la lunghezza di esso recipiente sia da pollici 15 $\frac{1}{2}$ a pollici 16 $\frac{2}{3}$; la qual lunghezza è più che discreta pel nostro apparato, e non la cerchiam maggiore (§. 1). Ora in uno spazio così poco esteso, di 5 linee cioè, o meno, trattandosi di suddividerlo in 10 particelle, ben si vede, che non fa bisogno di ulterior correzione, quando questa è già stata fatta di uno in altro di tali spazj, e quando non si esige un esattezza matematica, come nel nostro caso, in cui gl'errori minori di un quarto, ed anche di mezzo grado, possono essere trascurati.

§. 30. Meno ancora fa bisogno di ulterior correzione per parte della dilatazione ineguale dell'aria prodotta dalla colonna d'acqua più o meno alta sospesa nel recipiente, come abbiamo spiegato; poichè 4 in 5 linee più o meno d'acqua non possono cambiare il volume dell'aria che di circa $\frac{1}{1000}$; e

quindi non possono portare ai 10 gradi, in cui supponiamo divisa ognuna di quelle piccole misure, maggior divario di $\frac{1}{100}$ di grado. Questo ci fa vedere inoltre che quand' anche il piede del nostro recipiente (fig. 1) pescasse nell' acqua della vasca un mezzo pollice, ed anche un pollice una volta più che l' altra, non ne nascerebbe errore molto considerabile nelle misure dell' aria contenuta: la differenza della sua densità giungendo appena per un pollice d' acqua di più, o di meno a $\frac{1}{400}$; onde ne verrebbe il divario di $\frac{1}{4}$ di grado per una quantità d' aria eguale a 100; di $\frac{1}{2}$ gr. per una = 200, di $\frac{3}{4}$ per una = 300, e finalmente di 1 gr. intiero per un volume d' aria = 400.

§. 31. Si troverebbe, qualora si esigesse un rigore matematico, un altra piccola sorgente d' errore nella pressione variabile dell' atmosfera, maggiore cioè o minore ne' diversi luoghi e tempi: ma la cosa vă ad una tal minuzia, che non merita alcuna considerazione. Noi abbiam preso pei calcoli sopra esposti (§. 18. segg.) la pressione della colonna atmosferica eguale ad una d' acqua alta 380 pollici, che corrisponde prossimamente a 28 poll. di mercurio. Nella supposizione pertanto, che il peso della colonna atmosferica crescesse o diminuisse tanto da sostenere 20 poll. d' acqua di più o di meno, (che equivalgono a poll. $1\frac{1}{2}$ circa di mercurio, cioè a quanto mai può andare la più grande mutazione barometrica in questi paesi); per tutta questa mutazione che avvenisse tralle sperienze d' un giorno e quelle di un altro, trovasi col calcolo, che non

può introdursi errore nelle misure, che giunga neppure ad $\frac{1}{4}$ di grado. Due misure d'aria pertanto (parlo di quelle grandi), che occupino una volta, es. gr. quando il barometro è ai 28 poll. 200 gradi giusti, potranno al più un altra volta, quando cioè il barometro si trovasse abbassato fino ai $26\frac{1}{2}$ poll., occupare $200\frac{3}{8}$ gr. scarsi: errore così piccolo, come già si disse, che non accade di tenerne conto, e nemmanco si può, essendo nel nostro recipiente cilindrico (fig. 1.) la distanza da un grado all'altro tutt' al più d'una mezza linea.

§. 32. Ho detto esser piccola e trascurabile affatto quella differenza che possono portare nelle misure del recipiente graduato, non che le ordinarie variazioni delle altezze barometriche, ma ben anche una delle più grandi che mai succedano, qual è quella di $1\frac{1}{2}$ poll. di mercurio; quando però tal mutazione accada tra le sperienze d' un giorno e quelle d' un altro, non già durante l'esperienza medesima: perocchè in questo caso è ben diverso l'evento, e tanto diverso che la differenza nelle misure può andare a 4, 6, 8 gradi, ed anche più. Ma tale e tanta mutazione barometrica può ella mai succedere nel tempo che dura un esperienza; nell'intervallo anche di mezz' ora, o di un ora, che ci piaccia di lasciar confinata nel recipiente cilindrico (fig 1) una data quantità d' aria? Non già: sarà molto, e caso rarissimo, che s' alzi o s' abbassi il barometro di 2 o 3 linee. Ora 3 linee essendo la 112 parte di 28 poll., cioè di tutta l'altezza barometrica, per una tal variazione anche il volume

di quell' aria confinata soffrirà la mutazione di $\frac{1}{112}$ e non più; cosichè ove prima occupava es. gr. 336 gradi ossia piccole divisioni, verrà ad occuparne 333 o 339, secondo cioè che si è alzato od abbassato il barometro dalle dette 3 linee. Ma torno a dire, una mutazione nell' altezza barometrica di 3 lin. ed anche di 2 nel tempo che dura un esperienza, non accaderà forse mai, e neppure di 1 intiera linea; ond' è che appena sopra 300 o 400 potrem temere l'errore di 1 grado, e trascurar potremo comunemente di consultare il Barometro.

§. 33. Tolte così tutte le difficoltà sull' esattezza delle misure prese coll' introdurre realmente nel recipiente cilindrico (fig. 1), mediante un ben adattato misurino tante porzioni d' aria tutte eguali, e sì piccole, che ve ne possano esser contenute più di 40, e sull' esattezza ancora delle suddivisioni da prendersi semplicemente col compasso; possiamo passare con sicurezza a segnare anche queste, cioè a dividere ciascuna di tali piccole misure (che avremo rettificate, mercè il reiterar più volte le prove, come ho raccomandato) in 8, 9 o 10 parti ciascuna, secondo che fa bisogno per avere in tutta la lunghezza del nostro cilindro 400 divisioni, ossia gradi, ed anco alcuni di più. Così se sian 50 le misure che comodamente vi son contenute, basterà dividerle ciascuna in 8 parti; se quelle siano non più di 45 andran divise in 9 parti almeno; e se sian anche più di 40, ma non oltrepassino le 44 converrà dividerle ciascuna in 10 parti. Tali divisioni o gradi riusciranno ancora sufficientemente distin-

guibili, uve distino un dall' altro $\frac{2}{3}$ di linea; perlochè basterà che il recipiente cilindrico (fig. 1) sia lungo un piede giusto, ed anche un pochetto meno. Se poi fosse più lungo, sì che divenissero essi gradi (sempre in numero di 400 e oltre, come già si è detto) più distanti; se giungessero a portare $\frac{1}{4}$ linea per uno, tanto meglio. Quello che in ogni caso importa molto è, che siano ben tirati i segni sulle lastrette o righe d' ottone adattate al cilindro, e vi compajano spiccati, e netti.

§. 34. Del resto mi son determinato per il numero 400, e a questo mi tengo (lasciando inoltre qualche spazio al disotto per pochi altri gradi ad arbitrio, come mostrano la fig. 1 e 7), non già che sia assolutamente richiesto un tal numero di divisioni; ma perchè riesce più comodo, e più vantaggioso a molti riguardi di un altro numero qualunque, e soprattutto allorchè si sarà scelta e adattata la grande misura A c fig. 4 (la chiamo grande misura per distinguerla dalla più piccola, che ha servito a darci le divisioni fondamentali per tutta la graduazione) (§. 25 seg.) allorchè, dico, si sarà scelta la grande misura e ridotta col convenevole adattamento a tale capacità, che l' aria da essa contenuta facendola trapassare nel recipiente della fig. 1 pieno d' acqua vi occupi giusto giusto 100 divisioni ossia gradi, e che per conseguenza ve ne capiscano 4 di coteste misure grandi, lasciandovi ancora qualche residuo d' acqua. Divisa così ognuna di queste quattro misure in 100 parti, com' è piaciuto di dividere anche quelle degli Eudiometri ad aria nitrosa di Fontana ec. abbiamo

in un colla maggiore facilità e speditezza di calcolare e confrontare i risultati nelle infinitamente varie sperienze, un altro comodo; ed è che ci si offre da se, senz' altro calcolo, il paragone tralle nostre prove eudiometriche coll' aria infiammabile, e le altre coll' aria nitrosa.

§. 35. Or a meglio procacciarsi l'accennata facilità e speditezza di calcolare, che s'ottiene colle frazioni decimali, servirà una piccola misura, che stia giusto 10 volte nella grande, cioè che occupi 10 gradi in punto nel recipiente della fig. 1, e quindi vi sia contenuta dalla cima fino al grado 400 appunto 40 volte. Nè già è difficile l'incontrar giusta tal piccola misura; che anzi è facilissimo, mentre essa medesima deve servire di norma per segnare e questi 400 gradi, e tutta la graduazione di 10 in 10: essa è quella piccola misura medesima, di cui dobbiam servirci per correggere gli errori, che altrimenti nascerebbero dal non eguale calibro del recipiente, e dalla dilatazione pur anche ineguale delle porzioni d'aria successivamente introdottevi, come abbiamo spiegato diffusamente (§. 18 e seg.). Or dunque la piccola misura dee preceder la grande; o basta trovarla tale, che contenuta 40 volte nel detto recipiente (fig. 1) vi lasci ancora in fondo qualche piccolo spazio occupato dall' acqua (come ivi si vede): più o meno non importa. Segnate pertanto con somma accuratezza tutte queste misure, come pure si è spiegato, altro a fare non resta, che suddividere ciascuna col compasso in 10 parti equidistanti.

§. 36. Si riduce dunque piuttosto la difficoltà a fare la grande misura (fig. 4) della capacità richiesta, cioè che dia 100 gradi giusti, quando i 400 son già segnati nel recipiente (fig. 1); e ben si capisce che per trovarne una che vada bene anche solo all'ingrosso, bisogna cambiare e mettere alla prova molti tubi $A\,c$ (fig. 4), inserendoli di mano in mano nel piede $c\,d$. dico che vada bene all'ingrosso, poichè è quasi impossibile d'incontrare un tubo, che sia giusto, e dia appunto 100 gradi. Or dunque come fare per giungere a tal precisione, che pure si richiede? Basta sceglierne uno tra quelli, la cui capacità eccede di poco il giusto, sceglier quello che tra tutti più vi si accosta, e ridurlo al segno, mediante il toglierne tal piccolo eccesso: il che può farsi, o accorciando un tantino tal tubo col limarne i labbri a forza di ruota, o di smeriglio, finchè si trovi, che inserito nel piede $d\,c$ (fig. 4), e aggiustatovi a dovere dia la misura esatta; o (che è più comodo) coll'attaccarvi interiormente, quando è già bello e montato, un poco di cera-spagna, facendola fondere, e lasciandovela cadere dentro direttamente in sul fondo goccia a goccia, finchè sembra che basti. Di questa cera-spagna, se mai trovisi dopo di averne messo troppo, se ne può levar via quanto si vuole, raschiandola: oppure si può rifonderne dell'altra, se non basta, finchè si è colto il punto giusto. Egli è così che io mi son fatto, oltre quella di 100 gradi per ognuno de' miei apparati, altre misure di diversa capacità, le quali, ridotte una volta giuste, si sono conservate tali degl'anni;

poichè la buona cera-spagna, ben attaccata al fondo del tubo mediante la fusione, non si consuma, nè si altera sensibilmente pel contatto frequente dell'acqua, a cui è sottoposta; essa non fa che perdervi a lungo andare il lustro, e coprirsi di un leggiero intonaco bianchiccio.

§ 37. Queste sono le principali attenzioni richieste per la perfetta costruzione dell'apparato (fig. 1), per l'esatta sua graduazione, per la costruzione delle relative misure, le quali voglion essere almen due (fig. 4), e per la giusta capacità delle medesime. Mi pare di non aver lasciato nulla di tutto quello ch'è essenziale, ed anzi d'essermi esteso troppo intorno ad alcune particolarità. Resta dunque ora che io insegni, ponendolo sott' occhio, il modo di fare le sperienze, cui è destinato tal apparato. Nulla più dirò del come va esso riempiuto esattamente d'acqua; nè come vanno introdotte le arie, che si vogliono provare, nella misura, sia questa la piccola, sia la grande (fig. 4), in guisa di riempierne tal misura al giusto punto, indi fatte passare nel recipiente (fig. 1); nè finalmente del portare l'anello AD al limite preciso dello spazio occupato dall'aria in esso recipiente introdotta; e ciò tanto prima dell'accensione per verificarne il volume intiero, quanto dopo per determinare esattamente la diminuzione seguita. Tutto questo ho già spiegato, e mi lusingo, che si sarà inteso abbastanza. Riman dunque solo, ch'io faccia osservare qualche cosa riguardo alla scintilla elettrica.

§. 38. Ho detto a principio, che una scintilla

molto mediocre, data al bottoncino o globetto *a* fig. 1 con un anche piccolo Elettroforo, può bastare a produr l'accensione dell'aria introdotta nel recipiente. Così è: basta anche una scintilla piccolissima; quando però possa, percotendo detto globetto *a*, farne saltare un'altra entro l'aria di esso recipiente, cioè sulla punta *c* fig. 2, ov'è la piccola interruzione metallica. Ma sovente accade nelle nostre sperienze, che questa seconda scintilla rimanga di scoccare, in grazia di una goccia d'acqua quivi rimasta, che, riempiendo tal piccolo intervallo, toglie quella interruzione del conduttore. Convien dunque allora portare una scintilla più forte contro il bottoncino *a*, tantochè possa, malgrado l'interposizione della goccia d'acqua, ripetersi e brillare nell'indicato luogo; e a ciò basta servirsi di una boccetta di Leyden, anche piccola, e mediocremente caricata, sia con una macchina elettrica ordinaria, sia coll'istesso Elettroforo.

§. 39. Se questo Elettroforo è buono, e tenuto in ordine, non è necessario che sia grande, bastando uno del diametro d'8 o 10 pollici: e la boccetta, se essa pure è ben preparata, asciutta e monda, basta che abbia 10 o 12 pollici quadrati di superficie armata. Si può allora con 20 o 30 scintille di detto Elettroforo caricarla quanto basta all'intento, tanto cioè che, scaricandola sopra il bottoncino *a* fig. 1, farà scoppiare una scintilla anche internamente sulla punta del filo metallico ripiegato, asciugando la goccia d'acqua, se mai vi si trova. È bene poi che l'uncino della boccetta termini esso pure

in una palla; e che sia ripiegato in guisa, che si possa, tenendo appoggiato il ventre di essa boccetta contro una delle lastrette o righe d' ottone applicate al recipiente cilindrico (fig. 1), far arrivare codesta palla dell' uncino fino a quella del cappelletto *a*. In questo modo la scintilla della scarica, sendo più forte e piena, non manca mai di produrre l' effetto.

§. 40. Veniamo ora, perchè meglio s' intenda il maneggio del nostro apparato, a mostrare alcune sperienze con esso. In un campo vastissimo che ci si presenta, e tra l' infinito numero, non ne sceglierò che poche delle più istruttive, e che possono dare il maggior lume per tutte le altre.

Sper. I.ª S' introducano nel recipiente cilindrico (fig. 1), riempiuto d' acqua a dovere, 3 misure piccole d' aria respirabile comune, ed 1 mis. d' aria infiammabile ben pura (ottenuta dalla dissoluzione del ferro o del zinco con acido vitriolico diluito d' acqua); e osservato col mezzo dell' anello AD nel modo spiegato, che le 4 misure insieme occupino giusto 40 gradi, vi si porti dentro l' accensione colla scintilla elettrica, lasciando aperto il robinet B del piede. All' istante comparirà una fiamma chiaro-rossiccia, che riempirà tutto il luogo occupato dall' aria; e questa dilatandosi deprimerà a un tratto la colonna d' acqua sottostante fino alla metà del recipiente, e più basso ancora: la qual acqua, risalendo tosto dopo, s' inalzerà molto sopra il segno di prima, e fermerassi vicino ai 25 gradi. È dunque scomparso tutto il volume dell' aria infiammabile = 10, e di più un volume = 5 circa dell' aria respirabile.

L'accennato spettacolo dell' istantanea violenta depressione, e succedente pronto rialzamento dell' acqua, maggiore della depressione, è curioso, e dilettevole assai: ma si è forse più colpito, se, avendo chiuso prima dell' infiammazione il robinet B, con che viene impedita tal depressione, si apre poi dopo; mercè di che osservasi con istupore il subitaneo innalzamento della colonna d' acqua dai 40 gradi ai sopra indicati 25.

§. 41. Sper. II.ª Per determinare ora sopra una scala più grande, e quindi con maggiore precisione, qual sia la proporzione d' aria respirabile, che si consuma in un coll' aria infiammabile, cioè in quanta parte entri l' una e l' altra nella produzione della fiamma, s' introducano nel recipiente (fig. 1) ancora 1 misura d' aria inf. e 3 d' aria resp., ma misure grandi (fig. 4) eguali cioè a 100 l' una, e verificato col consueto mezzo dell' anello scorrevole A D, che occupino giusto 400 gradi, si acciti al solito l' infiammazione, dopo però aver chiuso il robinet B (poichè altrimenti verrebbe dalla forza espansiva cacciata fuori per di sotto molta di quell' aria); indi col riaprire detto robinet permettasi l' innalzamento dell' acqua: sarà bellissimo il vedere, come questa d' un salto si solleva molto sopra i 300, e si ferma al punto dei 252 gradi.

Dal che si vede, che la consunzione di 100 d' aria inf. ha tirato seco quella, non di una metà giusta, che sarebbe 50, ma un pochetto meno, cioè 48 d' aria resp.

§. 42. Sper. III. S' introducano di nuovo 100

d'aria inf. ma 200 solamente d'aria comune; e s'accenda il miscuglio: la fiamma sarà men viva; e la diminuzione non porterà che 125 o 126 in tutto, in luogo dei 148 che ha portate la sper. precedente.

Appare dunque, che la combustione non è stata pleniaria; e che quindi 200 d'aria comune non bastano per l'infiammazione di tutti i 100 d'aria inf., ond'è che ha dovuto restarne addietro di questa una parte non accesa. Or se non bastano 200, molto meno basteranno 100 della stessa aria comune, per la totale combustione di 100 della stessa aria inf. Infatti.

§. 43. Sper. IV.ª Introdotta di tali arie una misura per ciascuna, e acceso il miscuglio; la fiamma ne compare men viva ancora e più rossa, e la quantità d'aria che si consuma è giusto la metà di quella, che si è consumata nella sper. precedente, cioè ne compajono 62 in 63 parti, riducendosi il volume da 200 a 137 in 138.

§. 44. Se l'aria respirabile, prima di adoperarsi in queste ultime due sperienze, è stata già alquanto viziata, cioè trovisi un poco meno respirabile dell'ordinaria, in questo caso, quando pure permetta l'infiammazione (giacchè se è troppo poco respirabile non la permette, nè con due misure per una d'aria inf., nè molto meno con una misura sola), quando, dico, ottener si possa di accendere il miscuglio, oltre al mostrarsi la fiamma più debole, e di un rosso tirante all'azzurro, la diminuzione di tutto il volume sarà tanto minore, quanto è men buona tal aria respirabile. In prova di ciò:

§. 45. Sper. V.ª S' introduca nel recipiente (fig. 1) dell'aria in cui si sia lasciato ardere qualche momento un candelino, o nella quale si sia mescolata un poco d'aria mandata fuori coll' espirazione dai polmoni, talchè trovisi viziata sì, ma lungi ancor dallo spegnere la fiamma del cerino. Di quest'aria non molto viziata se ne introduca una volta due misure come nella Sper. III.ª ed un altra volta 1 mis. come nella Sper. IV.ª, e d'aria inf. al solito 1 misura; e fatta l'accensione vedrassi, che in luogo di andar persi del volume 300 da 125 a 126 parti, e corrispondentemente del volume 200 da 62 a 63 a norma delle citate sper. ne scompariranno sì del primo, che del secondo molto meno, es. gr. 110, 100 ed anche meno di quello, e corrispondentemente 55, 50 e meno di questo, secondo che l'aria impiegata godeva di minore respirabilità: e in ragione di cotesta respirabilità minore, massime se tal aria è mista in dose soltanto eguale all'aria inf., ne compare la fiamma men viva, e di colore turchino.

Dalle quali prove, che non è qui il luogo di moltiplicare, rilevasi ormai abbastanza la ragione e il modo delle Sperienze Eudiometriche, a cui serve il nostro apparato.

PARTE SECONDA

Di queste sperienze eudiometriche qui solo accennate, e di molte altre, cui serve l'istesso Apparato, parleremo più di proposito nella 2.ª parte della presente Memoria. Giova intanto proseguire nella descrizione di ciò, che ho mutato od aggiunto all'Apparato medesimo ad oggetto di renderlo più comodo, e servibile ad un maggior numero di prove.

§. 46. La figura 3 rappresenta un pezzo di addizione alla fig. 1, il quale si adatta alla di lei parte superiore in luogo del cappelletto *a b* come può osservarsi nella fig. 7. Questo pezzo è di ottone, e consiste in una chiave o robinet B, che porta al di sopra l'imbuto o tazza A, e al di sotto la ghiera *b* unitavi a vite. Esso è pertanto simile in tutte le sue parti, come si vede al piede o base F B *c* dalla fig. 1, eccetto che il recipiente A vuol avere, piuttosto che la forma d'imbuto, quella di una tazza, onde meglio piacere all'occhio, e che la ghiera debbe essere munita di un altro piccolo pezzo C, simile affatto nel congegno a quello rappresentato dalla fig. 2, e destinato com'esso a fare scoccare la scintilla elettrica entro al gran tubo (§. 2).

Il tubetto di questo piccolo congegno C, inserito lateralmente, passa attraverso la ghiera, e il vetro del grosso tubo fig. 1 e 7 nel quale si è praticato un foro a bella posta per riceverlo. Si può per altro risparmiare cotesto foro laterale nel vetro, che non è sì facile ad eseguirsi, e per cui si rischia di mandar a male il grosso tubo, si può, dico, risparmiare il foro, raschiando semplicemente colla lima un bordo di esso, e portandone via tanto da formarvi un piccol cavo in forma di V, pel quale abbia a passare la porzione *d c* (fig. 2) nell' interiore del tubo o recipiente (fig. 1).

§. 47. Una tale addizione (fig. 3) fatta alla parte superiore del nostro Apparecchio (fig. 1 e 7) serve a molti usi e riesce della più grande comodità. Primieramente è molto facile così di riempir d'acqua il gran tubo o recipiente, senza dovere o inclinarlo, e tuffarlo intieramente in quella della sua vasca, come si prescrive nel §. 8, oppure svitare, e toglier via il cappelletto ec., come s' insegna nel §. 9. Lo si tiene a quest' effetto ritto in piedi, e s' immerge solamente il suo piede tanto, che l' acqua sopravanzi un poco il robinet B, il quale sendo aperto, ed aperto parimente l' altro robinet superiore B, permette all' acqua di entrare, e di mettersi al livello. Si chiude allora sott'acqua il robinet inferiore (§. cit.) e alzando bel bello la macchina, con badar bene che il labbro inferiore del piede a imbuto F rimanga sempre sott' acqua, acciò non si faccia strada all' aria di entrarvi, si porta detto piede a posare sulla tavo-

letta G della vasca. Posto così a luogo, e reggendosi da se l'istromento, come nella fig. 1, non si ha più che a versare con un orciuolo tant' acqua per di sopra da riempierlo: tutto ciò, come già si è spiegato al cit. §. 9. con questo solo di più, che qui, oltre colmarne tutto il recipiente cilindrico, debb' infondersi tant' acqua, che anche buona parte della tazza A ne rimanga piena per l'oggetto che si vedrà. Ciò fatto, e chiuso il robinet superiore, s'apre l'inferiore con che la colonna d'acqua che riempie il recipiente cilindrico resta sospesa, e solo si deprime alquanto; pronta poi a dar luogo a quante misure d'aria piacerà di farvi subentrare.

§. 48. Dicendo che il robinet B in testa dell' Eudiometro debbe esser simile all' altro B del piede, ho voluto indicare che anche il foro di quella chiave debbe avere di diametro 4 linee circa: e questo a fine, che facilmente, senza cioè che vi nasca ingorgamento, coli nel recipiente cilindrico l'acqua che vi si versa coll' orciuolo, e per un altro fine, che si vedrà qui appresso.

§. 49. Un altro comodo, e vantaggio che si ha dall' armare la fig. 1 col pezzo fig. 3, come vedesi eseguito nella fig. 7, è che quando, seguita l'infiammazione, si tratta, per conoscere la quantità d'aria che è stata distrutta, di lasciar entrare l'acqua a rimpiazzarla, si può fare questo col mezzo sì del robinet superiore, che dell' inferiore, aprendo l'uno o l'altro a volontà: il che non può farsi che in una sola di queste maniere col semplice appareс-

chio della fig. 1, cioè aprendo il robinet inferiore (§. 40). Lo spettacolo a dir vero è sorprendente e più bello forse se si apra questo robinet del piede, veggendosi la colonna d' acqua del recipiente salire d' un salto, e fermarsi ai 100, 150 gradi sopra il primiero suo limite, corrispondentemente alla quantità d' aria distrutta dall' infiammazione (§. 41); ma è poi a molti riguardi più vantaggioso d' aprire in vece il robinet superiore (fig. 7), per lasciare entrare nel recipiente l' acqua della tazza A, in cui è sempre facile di mettere, secondo le differenti viste che uno ha, dell' acqua più pura, dell' acqua di calce, della tintura di tornesole ec.

§. 50. Bisogna, allorchè si apre tal robinet superiore, aver l' attenzione di non aprirlo che un poco, abbastanza cioè perchè l' acqua contenuta nella tazza A possa piovere nel recipiente, da cui è aspirata in forza di quel vuoto d' aria, che l' infiammazione vi ha fatto nascere, e non abbastanza perchè l' aria residua possa farsi strada, o scappare dal di dentro al di fuori attraverso l' acqua medesima: ciò che per altro non può succedere a meno che il foro della chiave sia aperto intieramente, o quasi intieramente, l' esperienza avendomi mostrato, che richiedesi un apertura di tre linee di diametro, e qualche volta più di quattro, acciò l' acqua e l' aria possano infilare il medesimo passaggio, e non arrestarsi per ingorgamento come ho già fatto notare al §. 7. Girando dunque la chiave tanto solo che presenti un terzo o la metà del suo

foro, il che è più che bastante ad offrire un passaggio liberissimo all' acqua che viene spinta dal di fuori al di dentro a riempirne il vuoto corrispondente alla quantità d' aria distrutta, ho osservato sempre, che neppur una bolla dell' aria residua scappa dal di dentro al di fuori.

§. 51. È quasi inutile avvertire, che la tazza A debbe essere provveduta d' un poco più d' acqua di quella che dee andare a rimpiazzare la quantità d' aria distrutta, affine che non resti essa in asciutto, e che non s' introduca dell' aria esterna nel recipiente. Ma ecco un altra osservazione, che non è già tanto superflua.

§. 52. Lasciando piovere l' acqua dalla tazza nel recipiente in modo, che di detta acqua ne sopravanzi in essa tazza, l' aria confinata in questo recipiente dovrà condensarsi un poco, per via della pressione che esercita sopra tal aria essa acqua residua nella tazza, pressione aggiunta a quella che già soffre dall' atmosfera. Dico *un poco*, poichè supposto che l' altezza di quest' acqua sopra l' apertura dal robinet sia di circa 2 pollici, l' aria confinata nel recipiente non verrà condensata da una tal colonna che di $\frac{1}{200}$ circa di più dell' aria che sente la sola pressione dell' atmosfera equivalente a quasi 400 poll. d' acqua (§. 18); di maniera che una quantità d' aria, che di densità comune dovrebbe nel nostro recipiente cilindrico occupare lo spazio di 200 gradi o divisioni, si ristringerà nel caso di cui si tratta a 199, il che, come si vede, non è gran cosa. Altronde dipende

da noi il fare, che l'acqua che rimane nella tazza, e comprime l'aria contenuta nel recipiente, sia molto men alta di 2 pollici; e si, non potrà mai essere tanta l'altezza, se si darà alla tazza A (fig. 3 e 7) molto in larghezza e poco in profondità.

§. 53. Ma per piccola e poco considerabile che sia la condensazione che soffre l'aria rinchiusa nel nostro recipiente per l'allegata causa, non lascia di risultarne una gran differenza nel volume suo, se da questo stato passi all'altro opposto di dilatazione, che in lei succede allorchè, chiuso il robinet superiore si viene ad aprire l'inferiore, cioè quello del piede. Essa aria in questo caso non solamente non è più sopraccaricata dal peso di una colonna d'acqua alta 1 o 2 pollici, o più o meno, come dianzi; ma è anzi alleggerita d'una parte della pressione dell'atmosfera, in ragione della colonna d'acqua, che viene da questa atmosfera sostenuta nel recipiente medesimo, es. gr. fino in e fig. 1, come si è già spiegato ampiamente al §. 18 seg. Ivi il calcolo ci ha mostrato, che una misura d'aria, la quale non cambiando punto la naturale sua densità occuperebbe lo spazio di 100 divisioni o gradi portata in cima al recipiente, nel quale rimanga tuttavia sospesa una colonna d'acqua alta 15 pollici, viene ad occuparvi 104 divisioni e un poco più: e due di tali misure, sostenendosi l'acqua all'altezza di 12 poll., vengono ad occupare lo spazio di ben 206 ' in luogo di 200 che occupar dovrebbero, se ritenesse l'aria la pri-

miera densità. Ora abbiam qui sopra veduto (§. prec.), che questa medesima quantità d'aria, cioè queste due misure eguali originariamente a 200 gradi, riducevansi a 199, allorchè chiuso il rohinet inferiore, e il superiore semiaperto, due pollici d'acqua nella tazza A comprimevano essa aria. È dunque manifesto come col giuoco indicato di chiuder l'uno, e aprir l'altro rohinet, cioè all'istante medesimo che avendo chiuso quello in cima, s'apre quello al basso ossia del piede, la colonna d'acqua dovrà calare dal punto dei 199 gradi a quello di 206 ½; ed ecco ciò che infatti si osserva. Se dopo ciò si chiude il rohinet del piede, e si riapre un pochetto quello in testa, tosto una porzione dell'acqua che è nella tazza A cola nel recipiente, nè più nè meno di quella, che bisogna per comprimervi l'aria come dianzi, e portarvi la colonna d'acqua sottostante al segno 199 che già toccava. Alterando così le aperture dei rohinet si può rinnovare lo stesso giuoco quante volte si vuole, riducendo il volume dell'aria confinata nel recipiente cilindrico ora a 199: ora a 206 ½ divisioni.

§. 54. La differenza, che noi abbiamo qui di più di 7 gradi, è, come si vede, assai grande: essa non và veramente a tanto nella più parte dei casi, ne' quali s'impiega un altro numero di misure d'aria; ma è sempre troppo considerabile per non doversene far conto, e perchè non importi sommamente di sapere a quale delle due maniere dobbiamo attenerci, vuo' dire qual rohinet si vuole

tenere aperto allorchè si tratta di segnare esattamente le divisioni sul recipiente cilindrico medesimo, e allorchè ci proponiamo di determinare, e confrontare con precisione le misure d'aria contenute sì avanti, che dopo l'infiammazione. Sarei per dire, che tanto l'una, quanto l'altra maniera son quasi egualmente buone, purchè presa una si continui a praticar quella uniformemente, vale a dire, si notino sempre le misure allorchè il medesimo robinet sta aperto, non l'altro, giacchè se un a volta fosse il superiore che stesse aperto, un altra l'inferiore, la differenza nella densità dell'aria, di cui abbiam qui sopra parlato, cambiando il rapporto e valore delle respettive misure, cagionerebbe degl'errori molto considerabili.

Del resto se le due maniere, come ho indicato, son *quasi* egualmente buone, non voglio già che si creda che lo siano a rigore: quella di tener aperto (o a meglio dire semiaperto, come si è spiegato al §. 50) il robinet in cima, e chiuso l'altro al piede, è sempre preferibile. La cosa salta all'occhio per ciò che si è detto e dimostrato, e basta paragonare il poco, che possono uno o due pollici d'acqua nella tazza A per comprimere l'aria che sta immediatamente sotto confinata nel recipiente, col molto più che può una colonna d'acqua alta 12, 15 o più pollici sospesa al di sotto di essa aria, per dilatarla. È dunque nel primo caso, che cotest'aria si accosta assai più alla naturale sua densità: abbiam veduto infatti, nell'esempio sopra recato, che due misure eguali origina-

riamente a 200 riduconsi appena di un grado, cioè a 199; in luogo che nel secondo caso, cioè stando aperto il robinet inferiore, s'estendono a più di 206.

Or l'effetto della pressione d' uno, ed anche di due pollici d' acqua sopra l'aria riducendosi a così poca cosa, si può facilmente concludere, che le differenze accidentali di maggiore, o minor condensazione cagionate dalle più grandi variazioni, che avvenir possano al peso naturale dell' atmosfera, non saran punto rimarcabili, stante che queste stesse variazioni barometriche influiscono poco a far che l'aria, che trovasi nel recipiente dilatata (per la sospensione sotto di essa di una colonna d'acqua alta financhè 15 pollici o più) lo sia di più o di meno, come si è dimostrato si §. 31 e seg. Ecco dunque anche per questa parte un vantaggio, che ci procura il robinet superiore colla sua tazza A (fig. 3 e 7), servendocene nel modo descritto: quello di ridurre un piccolo errore ad essere piccolissimo, e che si può dir nullo.

§. 55. Ma un vantaggio più considerabile di questo pezzo d'addizione è, che possiamo per mezzo suo far passare colla più grande facilità tutta l'aria rimastavi dopo l'infiammazione, od una parte solamente se piace, in una boccetta, in un tubo che sia largo sufficientemente, o in altro recipiente, per esaminare tal aria a nostro bell'agio. Possiamo, dico, far ciò senza capovolgere lo strumento, e senza neppure moverlo dal suo posto: giacchè rivolgendolo col piede F (fig. 1) all'insù, che è

cavo a forma d'imbuto, si può mediante dell'acqua posta a quest'oggetto in tal cavità travasare l'aria similmente in una boccetta o tubo pieni essi pure di acqua; ma la cosa riesce molto incomoda e imbarazzante; laddove niun incomodo colla tazza A e robinetto B (fig. 3 e 7), mediante che tutto riman fermo a suo luogo. Per poco che uno sia versato in simili sperienze di travasar arie, vede tosto come nel caso nostro si deve procedere. Nondimeno per nulla lasciare, descriver voglio anche questa operazione. Ripiena dunque d'acqua la boccetta, in cui si vuole introdurre l'aria che è rimasta nel recipiente cilindrico (fig. 7), se ne tura col dito, o con altro esattamente la bocca, che si rivolge allora all'ingiù, e si porta dentro l'acqua della tazza A, avvertendo bene di non ritirare mai il turacciolo, o il dito finchè non sia detta bocca circondata tutt'intorno e coperta da essa acqua. Facendo allora, che la di lei bocca corrisponda al mezzo del robinet, non si ha che a voltar la chiave per presentare direttamente il foro ad essa bocca (e appunto per presentarlo direttamente e per intiero, è bene, che abbia anche questo robinet un ritegno come lo ha l'altro dal piede (§. 7)). Questo foro essendo sufficientemente largo, cioè di 4 linee circa (§. cit. e 48) permette che l'acqua scoli nel recipiente cilindrico al tempo stesso che l'aria di questo si fa passaggio attraverso essa acqua in forma di grosse bolle gorgogliando, e va a prendere il posto, che l'acqua mano mano viene abbandonando nella boccetta. Quando si è raccolta così tutta o parte dell'aria,

ch'era nel recipiente cilindrico, nella boccetta, si ritira questa nella stessa guisa, che vi si era portata, turandola prima che la sua bocca sorta dall'acqua.

Tutta questa manipolazione sembra più difficile descrivendola di quello sia nella pratica; e posso assicurare che poca destrezza basta per non perdere neppure una bolla d'aria.

§. 56. L'avvantaggio di far passare facilmente l'aria rimasta dopo l'infiammazione in una boccetta o vaso qualunque, onde poterla esaminare a bell'agio, è ancor niente in paragone di quello che si ha introducendo immediatamente cotal aria in un lungo tubo di vetro graduato: il che ne offre un mezzo facile di misurarla quest'aria sopra una scala molto più estesa.

A B C fig. 5 rappresenta questo tubo guernito, non altrimenti che il grosso cilindro fig. 1 e 7, di due listerelle di ottone sulle quali sono scolpiti i gradi, e d'un anello scorrevole B. Queste listerelle graduate sono applicate al tubo, e ritenute con piccole viti in cima da un cappelletto, e all'estremità inferiore, che sola rimane aperta a un tubo conico C parimente d'ottone e saldato al vetro con mastice; il qual pezzo C lavorato in modo di entrare in una gola o canale similmente conico e adattato, che trovasi in fondo della tazza A fig. 3 e 7, fa che impiantatovi il lungo tubo (fig. 5) vi si tenga dritto e sodo, come nella fig. 6.

§. 57. Avendolo dunque così inserito bell'e pieno di acqua (la quale s'impedisce che scoli tenendo

turato col dito l'orificio di esso tubo pel breve tempo che esso orificio sta rivolto in giù, e non pesca ancora nell'acqua della tazza, come già si è detto della caraffa §. prec.), è uno spettacolo grazioso il vedere come prima si apre il robinet B (fig. 7), l'acqua del tubo scolare più o men lentamente lungo le di lui pareti, per lasciar luogo a una colonna d'aria, che spuntando dal fondo del tubo medesimo si fa strada nel mezzo, in guisa che l'acqua scolante forma come un velo, che abbraccia tutt' all'intorno questa colonna cilindrica d'aria, che continua ad alzar la testa urtando, e scavando il cilindro d'acqua superiore, la quale sembra cedere e aprirsi a stento, e siegue così ad allungarsi finchè giunga alla sommità del tubo. Nella fig. 5 in cui si vede una porzione d'aria di già elevata in forma di colonna cilindrica, e sopravanzante colla sua testa convessa il segno 130, è facile rappresentarsi, come questa colonna d'aria debbe continuare ad allungarsi, montando, e l'acqua continuare a scolare strisciando lungo le pareti del vetro.

§. 58. Ben si comprende, come a proporzione che il diametro del tubo (fig. 5) è più piccolo, lo spazio in lunghezza occupato da una misura data d'aria, che vi-si introduca, sarà più grande. Sarebbe dunque vantaggioso non avendo riguardo che a ciò, di scegliere il tubo molto stretto; ma senza parlare dell'ingorgamento, che impedirebbe l'aria di salire attraverso l'acqua, quando il diametro di questo tubo fosse minore di 3 a 3 ½ linee, e l'orificio del pezzo C minore di 4 linee (§.

7 e 48), riflettasi che bisognerebbe farlo di tale lunghezza, che lo renderebbe non poco imbarazzante. Esso lo e già abbastanza ove oltrepassi 30, o 32 poll. che è la lunghezza a cui mi sono in fine ridotto dopo essermi servito lungo tempo di tubi di 40 a 50 poll. E perchè di un pezzo solo riescono ancora incomodi tali tubi anche non eccedenti 30 poll., perciò massimamente, che rinchinder non si possono in una cassetta di discreta mole, nella quale sta pur rinchiuso tutto il resto dell' apparato, ho pensato acciò vi si adattino, di farli di due pezzi, che, mediante ghiere d' ottone, si avvitino l' uno all' altro.

§. 59. Ma, dirassi, non dando al tubo, sia intiero, sia di due pezzi riuniti, se non la lunghezza indicata di 30 poll. che è il doppio, o poco più di quella del grosso cilindro o recipiente (fig. 1 e 7) si guadagna troppo poco, e quasi non val la pena di avere un tal pezzo di addizione per semplicemente duplicare la scala. Adagio, che non è così. Così sarebbe, se la capacità del tubo di 30 poll. fosse eguale a quella del recipiente cilindrico di 15 poll., cioè se quello fosse del doppio più stretto solamente. Ma se lo prendiamo quattro volte più stretto, o sei, od otto, allora ogni misura del recipiente cilindrico eguale a 100 prenderà nel tubo una lunghezza 4, 6, 8 volte maggiore: così se in quello occupava 3 poll., in questo ne occuperà 12, 18, 24.

Ma dunque, se tal tubo è lungo solamente da 30 poll., non vi potrà stare tutta l'aria, che sta

nel recipiente cilindrico. Non importerebbe, quando almeno ci stesse tutta quella residua dall' infiammazione nelle prove, a cui è destinato. Ma neppure questo ottenere si può: poichè se sian 4 le misure, 3 di aria comune, ed 1 di aria infiammabile, il residuo essendo $2\frac{1}{2}$ misure circa (§. 41 sper. 2) potrà appena essere contenuto nel tubo 4 volte più stretto; ma in quello 6 volte più stretto non potrà capirvi che $1\frac{2}{3}$ mis. e finalmente nell' altro 8 volte più stretto $1\frac{1}{4}$ mis. Si vede dunque che per l' ordinarie sperienze eudiometriche nelle quali s' impieghi per una misura d' aria inf. = 100 anche una solamente di aria comune, essendo il residuo per lo meno = 137 (§. 43 sper. 4), il tubo otto volte più stretto, che contiene solo 125, non è abbastanza capace. Così manca di capacità anche quello meno stretto, che contiene $1\frac{2}{3}$ mis. cioè da 166, qualor l' esperienza eudiometrica si voglia fare, come è più vantaggioso, con 2 mis. d' aria comune contro 1 d' aria inferiore, giacchè il residuo qui suol essere almeno 174 (§. 42 sper. 3) supponendo l' aria respirabile di bontà comune; che se è men buona, ne avanza di più (§. 44, 45 sper. 5). Il tubo, che è solamente 4 volte più stretto del recipiente cilindrico, e in cui una misura d' aria = 100 occupa da 12 pollici, non quello si basta, ed ha capacità sufficiente per le mentovate sperienze eudiometriche, ancorchè fosse lungo meno di 30 pollici, e potrebbe anche esserlo di soli 25 o 26; giacchè conterrà sempre più di 2 misure; e 2 misure di residuo non si hanno mai

da 1 di aria inf. e 2 di aria resp., se questa non è molto viziata. Perchè un tal tubo sia 4 volte più stretto, deva, come si sa, il suo diametro essere la metà di quello del recipiente cilindrico: e però questo, che abbiam detto al §. 1 dover avere per diametro almen 10 linee, potrebbe anche solo averne 8', e qualche cosa meno, giacchè meno di 4 bastano pel tubo (§. 58).

§. 60. Del resto siffatto tubo vi offre una scala abbastanza grande. Se una misura divisa in 100 gradi nel recipiente cilindrico vo lì dà già distinti questi gradi, es. gr. di $\frac{1}{2}$ di linea ciasenno, li avete quì nel tubo di $\frac{2}{1}$ lin., che facilmente potete suddividere in mezzi e in quarti. E che volete di più? Invano sperare possiamo di portare l'esattezza di simili sperienze al di là di un $\frac{1}{400}$ di misura: io certo con tutte le attenzioni possibili, che il lungo uso mi ha insegnate, ardisco prometterc di $\frac{1}{200}$, ossia di $\frac{1}{2}$ grado, ma nulla più.

§. 61. Questo fa, che di un tal mezzo grado potendo presso a poco giudicare anche sopra il recipiente cilindrico, mediante l'anello AD fig. 1 nel modo descritto al §. 27, non trovo gran bisogno di ricorrere alla più lunga misura del tubo e infatti non vi ricorro che di rado, e mai o quasi mai per le ordinarie sperienze eudiometriche.

§. 62. In alcuni casi però è spediente, anzi necessario ricorrervi, ed è quando impiegando piccole misure, singolarmente d'aria vitale, il residuo dopo l'infiammazione è tanto poco, che rimane nascosto sotto la ghiera *b* fig. 1 e 7 e non arriva

alla graduazione. Tal bolla d'aria conviene, se si vuol misurare, farla passare entro a un tubo graduato nel modo sopra descritto, e questo tubo allora, quanto più sarà stretto sol che l'aria vi possa passare attraverso l'acqua, tanto meglio sarà. Fuori di questi casi, e di alcuni altri pochi, che non serve qui addurre, non è di grande importanza il tubo, di cui parliamo, potendosi, come ho già detto, abbastanza distinguere una mezza centesima di misura nel recipiente cilindrico.

§. 63. È però tale tubo graduato di una grande risorsa, per chi volendo costrurre l'Apparato nostro non potesse ritrovare il grosso e forte tubo di cristallo richiesto (fig. 1, e 7), fosse quindi costretto a sostituirvi un altro recipiente sferico od ovale, come A fig. 6. Di questi è molto più facile il trovarne o farne fare apposta in ogni vetreria, che non delle canne o recipienti cilindrici della lunghezza, calibro, e spessezza di pareti, che vi vuole (§. 1). Essa figura 6 rappresenta dunque uno di cotesti apparati a recipiente ovale, sormontato dal suo robinet e tazza, nella quale sta impiantato il tubo graduato, che termina in cima in una sfera cava C per l'oggetto che vado a spiegare.

§. 64. Nelle sperienze eudiometriche propriamente dette, in cui s'impiegano 100, cioè una misura di aria infiammabile, e or 100 or 200, cioè or una, or due misure di aria comune; il residuo dopo l'infiammazione è sempre maggiore assai di 100 (§. 42, 43). Dunque a che serve nel tubo fig. 5 la lunghezza al disopra del punto se-

gnato 100? Accorciamolo fin presso a tal segno sostituendovi la sfera cava o bulbo C fig. 6 della corrispondente capacità: cioè facciamo, che contenga tal bulbo fino al punto del tubo 100: e da tal punto prosegue la graduazione fino a 200 o 210 verso la radice di esso tubo. Ecco che abbruciando nel recipiente ovale A un miscuglio di 100 d'aria inf. e 100 d' aria comune, e facendo passare il residuo nel tubo, verrà questo ad occupare (giusta la citata sperienza del 43) tutto il bulbo C e la porzione del tubo fino al punto *b*, cioè fino ai gradi 137 o 138 se l'aria respirabile era di bontà comune, oppure s'intenderà più basso in ragione che essa fosse men buona. Così poi il residuo della combustione di 100 d'aria inf. contro 200 d'aria com. verrà (giusta l'esperienza del §. 42) fino al segno D, cioè verso i gradi 175 o 176 o più sotto, secondo che l'aria resp. sarà stata di bontà comune, od inferiore.

§. 65. Il tutto dunque cammina per le sperienze eudiometriche, con questo tubo accorciato (fig. 6), e perciò tanto più comodo, come col tubo intiero (fig. 5). Del resto potrebbe anche accorciarsi di più es. gr. sopra i 135, o sopra i 130, e dando poi la corrispondente capacità al bulbo, che invece vi si aggiunge; giacchè nell'intervallo della graduazione che rimane da 135 ai 200 o 210, stanno tutte le differenze che mai osservare si possono nelle sopraccitate esperienze eudiometriche, tanto con una che con due misure di aria comune; e tanto se sia questa la migliore, come se sia la

peggiore, voglio dire viziata quanto mai può esserlo naturalmente.

§. 66. Con ragione limito l' uso di questo tubo accorciato come nella fig. 6, e molto più come nel §. prec. alle ordinarie sperienze eudiometriche (che sono per altro le più importanti, e per le quali principalmente vorrabbesi rendere l' apparato più comodamente portatile). Per molte altre prove, massime coll'aria detta *deflogisticata* e *vitale*, e tutte le volte, che il residuo volume d'aria risulti minore di 100 è facile vedere, che non serve nè l'uno nè l'altro dei tubi accorciati qui sopra descritti, ma vi vuole l'intiero (fig. 5). Ove però si abbia quello della fig. 6 potrà l'altro della fig. 5 accorciarsi esso pure, cioè venir troncato un poco sotto il segno 100: così questo servirà a misurare tutti quei residui d'aria, che son minori di 100, l'altro quelli che son maggiori fino a 200 e un poco più. Altronde sarà meno imbarazzante il maneggiare, e il portarsi dietro nei trasporti due tubi così che uno lungo il doppio, qual è quello della fig. 5.

§. 67. Ma, e quando il residuo oltrepassi i 200, i 220, i 250 ec.? Addio tubi dirassi. Addio pure, che in tali sperienze il volume da misurare essendo così grande, non v'è bisogno di portare la precisione a più di un centesimo di misura; e fino a questo, anzi fino a un ducentesimo, ho già detto, che si giunge coll' osservazione immediata, rimanendo l'aria nell'istesso recipiente cilindrico (fig. 1 e 7) in cui è accesa.

§. 68. Ma e quando non essendo il recipiente medesimo nè graduato, nè cilindrico, ma sferoidale, come nella fig. 6, non si può altrimenti misurare l'aria residua, che facendola passare nel tubo graduato? Allora se questo residuo eccede la capacità di esso tubo, come fare? Ecco l'espediente facilissimo: quel che non potete misurare in una volta, fatelo in due, o tre volte.

Supponiamo p. e. che l'aria avanzata dall'infiammazione sia, come nel esp. 2, §. 41 eguale a 252 gradi; e che avendo adattato all'ordinario il tubo fig. 5 o fig. 6 pieno d'acqua alla tazza fig. 6, e aperto il robinet E l'aria abbia comiciato a montare lentamente nel modo descritto al §. 37, ben si vede, che, profittando di tale lentezza, io posso allorchè è passata nel tubo una certa quantità d'aria; che non nè ha ancora scacciata tutta l'acqua, io posso, dico, chiudendo il robinet, intercettare questa porzione d'aria, e notare a quanti gradi arriva. Siano questi es. gr. 130. Resta un altra porzione d'aria nel recipiente A, per misurar la quale torno da capo coll' operazione, riempiendo di nuovo il tubo d'acqua, rimettendolo come prima nella tazza, e riaprendo il robinet E: questo residuo d'aria passa allora in esso tubo graduato, come la prima porzione vi era passata, e vi occupa giustamente 122 gradi, che aggiunti ai 130 di detta prima porzione, formano il totale di 252.

Non richiedesi dunque, che un poco di tempo e di pazienza per misurare sulla lunga scala del tu.

bo tutta la quantità d'aria che può contenere il recipiente A della fig. 6 o quello D della fig. 7.

Del resto, torno a dire, son ben poche le sperienze, in cui il residuo d'aria dopo l'infiammazione oltrepassi di molto le 2 misure, ossia i gradi 200. Nella maggior parte, e segnatamente nelle eudiometriche, è minore, o almeno non arriva a 210 (§. 64, 65), onde puossi misurare tutto in una volta coll'uno, o coll'altro dei tubi fig. 5, e fig. 6.

§. 69. Non ho parlato fino ad ora d'un difetto, di cui non vanno mai o quasi mai esenti i tubi che debbon servire all'uso indirato: quest' è la mancanza di esatto calibro. Non si troverà per avventura in mille un tubo di 5 linee, o più di diametro, lungo 24 pollici, e neppur 12, che sia perfettamente calibrato: domandiamo ai Signori Fontana, Ingen-housz, o meglio a coloro che si sono applicati a costrurre gli *Eudiometri ed aria nitrosa* prima di questi Autori con quanta difficoltà si viene a capo d'ottenere dei tubi esattamente calibrati, lunghi anche 7 od 8 pollici solamente, quali ricercansi per questa sorte di strumenti. Fortunatamente per i nostri tubi fig. 5 e 6 un sì esatto calibro non è necessario, e si può, con qualche pena è vero, ma pur si può rimediare al difetto di esso, quanto basta almeno all'uso nostro. Il modo più semplice e più sicuro che io adopero per farvi le divisioni giuste, è d'introdurre nel tubo delle piccole porzioni eguali di mercurio una dopo l'altra, marcando gli spazi occupati da ciascuna: dopo di

che si possono soddividere questi spazi semplicemente col compasso in quante parti si vuole; giacchè l'errore proveniente dall'ineguaglianza, che suppongo non molto grande, del calibro, non può più essere sensibile in sì piccole porzioni, come ho già dimostrato relativamente alla graduazione del recipiente cilindrico fig. 1, §. 27.

§. 70. Fatto così lo scomparto e graduazione del tubo in guisa che corretta l'ineguaglianza del calibro, sian tutti eguali fra loro i gradi, non quanto alla lunghezza, ma quanto allo spazio, che è ciò che si ricerca, resta ancora da correggere l'errore prodotto dallo stato di dilatazione, in cui si trova l'aria introdotta nel tubo, tutte le volte che quest'aria non lo riempie, ma che vi riman sotto sospesa una colonna d'acqua.

Ci siamo abbastanza occupati di questa dilatazione relativamente all'aria introdotta nel recipiente cilindrico fig. 1, e dei mezzi di correggere gli errori che ne risulterebbero nella graduazione, dal §. 18 fino al §. 33. Qui dunque non accade di ritoccare quello che s'è già dimostrato riguardo al primo articolo, cioè alla dilatazione dell'aria così confinata; e per quello che riguarda il secondo, cioè la correzione che conviene fare, dirò che pei tubi nostri fig. 5 e 6 è meglio appigliarsi ad un altra maniera, che è la più ovvia, e riesce qui molto facile, in luogo che difficile io pratica e soggetta a qualche inconveniente l'abbiamo mostrata per il grosso cilindro fig. 1 al §. 23. Questa maniera dunque è di disimpegnare il tubo dalla tazza

A (fig. 3, 6 e 7), e trasportarlo (tenendone ben turato l'orificio col dito durante tale trasporto) nell'acqua della vaschetta C fig. 1, o di un altro recipiente qual si voglia e tuffarnelo fino al livello della colonna d'acqua sospesa entro al tubo medesimo: con ciò l'aria contenutavi al di sopra di tal colonna verrà a non essere nè più, nè meno compressa dell'aria esterna, e fia quindi ridotta al suo giusto volume.

§. 71. Ma se poi la vasca già detta, un catino, od altro recipiente, che sia alla mano, non fossero abbastanza profondi per tal uopo, come facilmente accade allorchè la colonna d'acqua sospesa nel tubo fig. 5 è lunga assai, arrivando, come nelle ordinarie sperienze eudiometriche, sopra i gradi 140 al segno B, e in altre sperienze molto più alto ancora, es. gr. sopra i 70 allora come fare? Ecco un altro spediente, che riesce molto comodo. Io lo debbo al D.r Priestley, che me lo ha suggerito in occasione, che nel 1782 essendo andato a trovarlo a Birmingham gli mostrai alcune sperienze col mio Apparato già fin d'allora perfezionato, e quale appunto quì lo descrivo.

Levasi il tubo dall'acqua tenendolo dritto in posizione verticale. Collo scuoterlo allora un tantino, se il suo diametro è sol di 3 linee o poco più, e senza alcuna scossa se è di 4 lin. o le eccede, l'acqua comincia a scolare per l'orificio rivolto all'ingiù, e l'aria esterna vi subentra lentamente facendosi passaggio attraverso l'acqua medesima, che dà luogo poco a poco strisciando lungo le

pareti, come abbiamo già descritto al §. 57. A misura che questo cilindro d'aria scavando il cilindro d'acqua s'avanza salendo nel tubo, e che quindi la colonna d'acqua col distruggersi sotto, và accorciandosi, si osserva che il suo residuo, compreso es. gr. tra i gradi 127 e 67, fig. 5 si avanza esso pure un poco verso l'alto, cioè va ai 66, 65 ec., e che quindi riducesi mano mano a minor volume l'aria confinata nella parte superiore del tubo, quell'aria, che trovavasi dianzi dilatata, e che vogliam ridurre alla sua densità naturale. E facile tener dietro coll'occhio, ed anche col dito a questa gradata elevazione dello strato d'acqua interposto all'aria rinchiusa nella parte superiore A e all'aria esterna che occupa la parte inferiore CB, e che siegue ad innalzarsi, attesochè tale innalzamento è lento anzichè nò, come si è detto or ora; ed è pur facile così di fissare il punto al quale arriva detto strato d'acqua allorchè assottigliato estremamente col continuo disfarsi mercè lo scolo non forma più che un velo di separazione, che a momenti si rompe. Or dunque segnando un tal punto, desso è che vi dinota esattamente la quantità d'aria rinchiusa che vi proponeva di misurare, giacchè distrutta la colonna d'acqua che cagionava la dilatazione di tal aria, si trova questa ridotta alla sua giusta densità.

§. 72. Prima d'abbandonare i nostri tubi fig. 5 e 6 diciam ancora qualche cosa di un altra loro utilità, che è di poter servire molto bene eziandio alle sperienze eudiometriche coll'aria nitrosa, ed

altre analoghe, a misurare in somma le diminuzioni che produce quest'aria nitrosa nelle diverse arie respirabili, e confrontarle colle diminuzioni che vi produce l'aria infiammabile: il qual confronto debbe pur riuscire interessante.

Allorchè dunque si vorrà sostituire all'aria infiammabile l'aria nitrosa (che fu la prima, come si sa, ad impiegarsi per prove eudiometriche, ma che la cede per esattezza a quelle che dietro le mie scoperte ho insegnato già da più anni a fare coll'aria infiammabile, e che esporrò io maggior lume terminata la descrizione che stò facendo di tutte le aggiunte e miglioramenti all'apparato); allorchè, dico, si vorrà servirsi de' detti miei tubi per l'aria nitrosa, si mescoli prima questa coll'aria respirabile, di cui s'imprende ad esaminare la bontà, in una campana, o recipiente qualunque di vetro che abbia il fondo abbastanza largo, perchè le due arie formando uno strato o lamina molto estesa, e poco grossa si confondano prontamente insieme: ciò che ne accelera l'effervescenza, e produce in poco tempo se non la più grande diminuzione possibile del volume d'aria, una diminuzione più grande, e molto più costante, che quando il miscuglio si fa in un recipiente stretto, in cui l'aria nitrosa, e la respirabile non godendo di un contatto abbastanza ampio, l'effervescenza si fa per gradi troppo lenti.

§. 73. A dir vero non è tanto la grandezza della diminuzione, che c'interessa, quanto la costanza, cioè a dire, ch'ella sia di una quantità eguale tutte le volte, che si mette alla prova la medesima qua-

lità e quantità d'aria: il che punto non s'ottiene se non si dà luogo ad un effervescenza prontissima dell' aria nitrosa coll' aria respirabile, come l'esperienza lo ha mostrato sopratutto ai Sigg. Fontana e Ingen-housz, i quali si sono tanto occupati a perfezionare l'*Eudiometro ad aria nitrosa*, e che prescrivono, dovendosi fare il miscuglio delle arie nel tubo medesimo, in cui sono segnati i gradi della loro scala (*a*), di scuotere violentemente esso tubo, e per un tempo considerabile; cominciando prima che l' effervescenza abbia luogo, anzi prima che l' aria sia giunta al contatto dell' altra, e continuando a sbattere così questo miscuglio d' aria per alcuni minuti, tantochè sia finita ogni sensibile effervescenza. La qual operazione di sommovere, e diguazzare l' aria non è punto necessaria, come il Sig. Ingen-housz medesimo lo ha mostrato, allorchè si fa dapprima il miscuglio delle due arie nitrosa, e respirabile in un vaso molto largo, e s' introduce dopo, cioè passata l' effervescenza, come tal miscuglio nel tubo graduato.

§. 74. Or egli è appunto in questo modo ch' io soglio adoperare coi miei tubi graduati, i quali non differiscono dall' Eudiometro di Fontana, che per una lunghezza molto maggiore della scala, vo' dire

(*a*) Questi gradi sono 100 per misura: ed ecco una delle ragioni, per cui suddivido ancor io nel mio *Eudiometro ad aria infiammabile* le solite misure in 100; e ciò tanto nel gran recipiente cilindrico fig. 1 e 7 quanto nei tubi fig. 5 e 6.

un assai maggiore intervallo da un grado all'altro (che son 100 di misura tanto per me, quanto per lui): vantaggio, come si comprende, ben importante. Introduco dunque una, o due misure d'aria respirabile, ed una in seguito d'aria nitrosa in un vaso di fondo assai largo, come ho detto, es. gr. in una giara, o bicchier grande, e due o tre minuti dopo faccio passare questo miscuglio d'aria ridotto a minor volume dall' effervescenza sofferta e decomposizione d'una parte dell' una, e dell' altra aria, faccio, dico, passare questo volume d'aria residuo o nel tubo fig. 5, o in quello fig. 6 per misurarvelo: ve lo faccio passare semplicemente mediante un imbuto immerso nell' acqua della vaschetta o catinella qualunque, il collo del quale imbuto imbocca il tubo pieno d'acqua tenuto sospeso verticalmente.

Quando, e come nelle ordinarie sperienze eudiometriche di questa fatta, il residuo è ancora di una misura, cioè oltrepassa 100 è meglio servirsi del tubo aormentato dal bulbo fig. 6. Ma quando avvenga, che il residuo sia minore di 100, avendo impiegato es. gr. una misura d'aria o tutta vitale, o migliore della respirabile comune (a), oppur anche di questa meno di una misura, o meno di aria nitrosa, allora il tubo fig. 6 non servirà, e sarà d'uopo ricorrere a quello fig. 5 sia intiero, sia troncato dal mezzo in giù (§. 66).

(a) Quando l'aria respirabile è di bontà comune e se ne impiega anche una sola misura, con una di buona aria nitrosa, il residuo suol essere tra 104 e 110.

§. 75. Mi si domanderà se non si potrebbe far servire all' oggetto di accelerare il miscuglio e l'effervescenza delle arie nitrose e respirabili, in luogo d'un altro vaso il medesimo recipiente cilindrico fig. 1 e 7 che serve alle aperienze coll' aria infiammabile. Ma oltrechè un tal recipiente è ancora troppo stretto, stantechè una misura di 100 occupandovi da 3 pollici, uno strato d'aria di tanta altezza non può essere così presto penetrato da un altro strato egualmente lungo, e mescersi e confondersi insieme come si richiede, a meno di sbattere, e diguazzare tal aria introdottavi dimenando e scuotendo l'apparato (72); oltre ciò, evvi l'inconveniente, che i metalli, cioè le ghiere d'ottone, i robinet ec., verrebbero guasti e corrosi dall'acido nitroso, il qual risulta dalla decomposizione dell' aria nitrosa. Per questo ove si adopera tal aria, non vi vogliono che vasi di vetro.

MEMORIA

Sopra i Fuochi de' Terreni, e delle Fontane ardenti in generale, e sopra quelli di Pietra-Mala in particolare.

Questa Memoria è stata estratta dal Tom. VII degli Opuscoli scelti sulle Scienze e sulle Arti ec. pag. 321.

Quando nel 1776 ebbi scoperto che da tutti i fondi d'acqua stagnante, o leggermente corrente si svolge una prodigiosa quantità d'aria infiammabile, prodotta dalla macerazione, e putrefazione delle sostanze vegetabili e animali, fui naturalmente condotto a pensare, che molti fenomeni naturali, tra i quali quello dei terreni, e delle fontane ardenti, da altro non provenissero che de grandi ammassi di codest' aria infiammabile. Era troppo facile l'immaginare che potea trovarsi buona copia di tal aria già bella, e formata in alcuni ricettacoli, o cavità sotterranee, che riempicndosi, o per le pareti che si sprofondessero, o per qualche materia estranea portatavi dentro, obbligavano quell'aria a traspirare, ed uscirne fuora in forma di getti attraverso le crepaccie, e la terra secca, o attraverso l'acqua in forma di gorgogli. Io mi atteneva tanto più fortemente a questa opinione, quantochè alla possibilità della cosa, alla verosimiglianza di una spiegazione così

facile, e naturale aggiungevasi una imitazione non lontana dal fenomeno a cui io era giunto; sendo riuscito ad eccitare a talento sulla superficie delle acque stagnanti simile infiammazione mediante il frugare sul fondo, e rimescolare la melma ad effetto di snidarne l'aria infiammabile: il che fatto, non aveva che a presentate un candelino, o un solfanello acceso al luogo dove nasceva il maggior bollicamento cagionato dalle gallozzole d'aria che spiccate dal fondo venivano a crepare alla superficie dell'acqua, per far tosto sorgere una fiamma che spandeasi per una estensione considerabile lambendo l'acqua medesima. Questa fiamma era di colore azzurro, e continuava ad ardere così lambente, e ondeggiante più o men tempo. Un fenomeno presso a poco eguale aveva luogo sopra le terre impregnate d'aria infiammabile. Io sceglieva a tal oggetto un terreno fangoso confinante coll'acqua di uno stagno, un terreno che fosse anzi stato coperto lungo tempo dall'acqua medesima, e abbandonato da essa, e rimasto in secco poco innanzi, cui andava colla mia canna foracchiando là ove era più molle, e nericcio. A siffatti buchi accostando prontamente un zolferino acceso, la fiamma vi s'appiccava a un tratto, e parte vedeasi scendere fino a lambirne il fondo, parte lanciarsi in aria, massime ove io m'aggravassi col corpo, o battessi de' piedi sul terreno ad oggetto di spremerne l'aria infiammabile in maggior copia.

Dopo tali sperimenti, e prove felici, consultando diverse descrizioni che erano state date dei terreni

ardenti e particolarmente quella inserita nel Giornale di Fisica dell'Abate Rozier Tom. VI. Agosto 1775, pag. 224 intorno alla *Fontana ardente* del Delfinato (così chiamata impropriamente, poichè essa non è in niun modo una fontana, bensì un terreno ardente), vi riscontrai una perfetta conformità in tutto, salvo due sole circostanze: cioè, che cotal terreno non è stato di recente coperto dall'acqua, e che non è necessario di sconvolgerlo, o di scavarvi de' buchi col bastone per isprigionarne l'aria, la quale è tramandata spontaneamente da qualche ricettacolo sotterraneo che quivi suppongo trovarsi. Per tutto il resto i fenomeni sono assolutamente i medesimi, e le circostanze son tali, ch'egli è impossibile il supporre ivi la presenza della nafta, o petrolio, a cui si attribuivano comunemente le fiamme de'terreni, e delle fontane ardenti. Meno poi si potrebbe attribuire il fenomeno a qualsivoglia altro bitume. Non resta dunque che l'aria infiammabile, che produr possa tali apparenze; e l'Autore della descrizione citata ce lo dà egli medesimo a divedere assai chiaramente, e ci conduce a ravvisare tal aria nelle modificazioni, negli accidenti e nei moti che ci dipinge di coteste fiamme, benchè non parli nè faccia pur cenno nel suo scritto di aria infiammabile, l'esistenza della quale, non che l'indole, e la natura di essa, dobbiam credere che gli fosse ancora ignota. Se conosciuto avesse tal aria, non sarebbe ito a cercar altro: certo al meno non sarebbe ricorso ad una specie di *pirofora*, prodotto non sa neppur egli come. Il Sig.

di Fontenelle paragonava questo terreno a un piccolo vulcano: senza fondamento però; giacchè alcun vestigio non vi si è potuto trovare.

In mezzo a tante insussistenti opinioni un antico Autore mi si presenta, il quale si è molto accostato alla verità. Questi è un certo Dieulamant ingegnere a Grenoble, che scriveva ha quasi un secolo, il quale attribuisce il fenomeno a un vapore infiammabile che trapela dalla terra, dicendo di non aver trovato nulla nè sulla superficie, nè in seno alla terra medesima, che possa produrre, e alimentare le fiamme. Il Sig. di Montigny in una Memoria medesima, di cui M.r Guettard ci ha dato un estratto nelle sue opere, va più innanzi ancora: egli giunge perfino a dire, che il vapore infiammabile, il quale si fa strada attraverso il terreno di cui si tratta, è simile a quel vapore prodotto dalla dissoluzione del ferro nell' acido vitriolico, che si accende coll' accostare la fiamma d' una candela alla bocca del vaso. Dal che si fa a congetturare che succeda qualche cosa di simile sotto il detto terreno, mercè l' azione dell' acido vitriolico, sopra delle piriti ferruginose. Egli avrebbe toccato il segno, sostituendo solamente la parola aria, o gas a quella di vapore: ma la differenza solenne tra i vapori propriamente detti, e i fluidi aeriformi non era molto nota a quel tempo. Oltre di ciò tra le arie infiammabili medesime conveniva far distinzione, ed attaccarsi, anzichè all' aria infiammabile de' minerali, a quell' altra specie che si produce dalla macerazione, e scomposizione delle

sostanze vegetabili e animali: ma questa origine dell'aria infiammabile era allora sconosciuta affatto; e sol dopo la mia scoperta si può dire che si sia resa veramente palese (*a*).

Ho accennato che la così detta *Fontana ardente* del Delfinato non è altrimenti una fontana, ma un terreno ardente. Vi è però tutta l'apparenza che fosse in altri tempi ricoperto quel terreno dall'acqua, la di cui superficie gorgogliante prendeva fiamma all'accostarle qualsisia altra fiammella. Ciò rilevasi da quanto intorno a questo luogo ci riferiscono alcuni Autori antichi, tra gli altri S. Agostino, che non so dove ne parla. Molta probabilità ancora vi s'aggiunge dal vedere che esiste anche al dì d'oggi un ruscello che scorre vicino al luogo ove compajono le fiamme. Avremo occasione di far osservare quanto questa circostanza sia favorevole alla spiegazione ch'io pretendo di dare dei fenomeni di questo genere.

Non entrerò in più minuti dettagli, che poco servirebbero al proposito, contentandomi avvertire chi li desiderasse, che questi unitamente alle opinioni degli Autori si troveranno nella descrizione della Francia che sta componendo il Sig. Avvocato Beguillet, di cui la parte che risguarda il Delfinato è già sotto il torchio.

Molti fuochi di simil genere si trovano in Italia,

(*a*) Veggansi le Lettere sull'aria infiammabile nativa delle paludi, singolarmente la Lett. III.

che sono stati descritti da diversi. Quelli di Pietra-Mala, luogo situato sull'alto degli Appennini tra Bologna, e Firenze, sono i più celebri, e i più conosciuti. Tralasciando tutte le altre descrizioni, potrei attenermi a quella che leggesi nell'opera conosciutissima del Sig. Ferber, tradotta in francese, e arricchita di belle note dal Sig. Barone Dietrich corrispondente dell'Accademia Reale delle Scienze di Parigi (lettres sur la Mineralogie d'Italie, et sur divers autres objets de l'Histoire naturelle de l'Italie. Traduites de l'Allemand ec. Strasbourg 1776) potrei, dico, attenermi a questa descrizione, come la migliore, e la più recente, che tanto vi troverei molte apparenze non equivoche, anzi tutti i più certi indizj della mia aria infiammabile. Ma voglio più presto riportarmi a ciò che meco confessò l'istesso Baron Dietrich poco tempo dopo, quando cioè ebbi la sorte d'incontrarmi con lui in Argentina al principio d'autunno dell'anno 1777. Avendo egli letto poco prima la mia operetta sull'aria infiammabile nativa delle paludi, nella quale, non che trovarsi enunciate tali mie idee sopra i terreni, e le fontane ardenti, viene di più riportata la descrizione di alcuni fenomeni di questo genere, non sì tosto ebbi verificate le mie principali sperienze (al qual oggetto ci portammo egli ed io in compagnia d'altre dotte persone a raccorre dell'aria infiammabile da certi fossi, e facemmo altresì la prova d'infiammarla sul luogo, cioè a fior d'acqua), ch'egli convenne in tutto meco, e dichiarò apertamente che i fuochi di Pietra-Mala, da lui e visitati e

descritti provenir doveano da simil fonte, cioè da aria infiammabile della stessa specie; che in questo senso or vorrebbe cha fosse preso il vapore sotterraneo, di cui parla, non già per una esalazione di nafta o petrolio, riflettendo massimamente ch'egli per quanto si studiasse, non avea potuto rinvenire in quel terreno alcun indizio di bitume (a); che altri ve lo aveano bene immaginato e supposto, ma solo per non trovar essi altra via di spiegare il fenomeno; imperocchè coloro, i quali finsero a piacimento una specie di Vulcano, andarono ancor più lontani, secondo che pensa il Sig. Dietrich, dalla vera cagione: infatti niuna forma di cratere, niuna produzione vulcanica nel sito di cui si tratta.

Il suffragio del Baron Dietrich mi fu, lo confesso, di un gran peso per confermarmi nell' opi-

(a) » La terra bruna, di cui parlammo, è sparsa su tutta » la circonferenza del focolare di Pietra-Mala. Parrebbe » ch'ella contenesse qualche cosa di bituminoso, stantechè » se colla punta del bastone si smove dolcemente, e se ne » tira fuori strisciando un pezzo dal circuito ardente, la » fiamme corrono appresso alla terra pel tratto di un piede » circa. Ma dall' esperienza, che ho fatto, sono persuaso cha » quest' effetto non proviene che da un resto di vapori con» tenuti nella terra. Ho messo in una storta otto oncie di » tal terra bruna; le ho dato un fuoco violentissimo; la » terra è divenuta grigia, s'è riunita in piccole masse e s'è » indurita; ho trovato nel collo del recipiente un sospetto di » sublimato acido, e nel fondo di esso un poco di flemma, » che sentiva decisivamente l'acido marino. Questa terra » non è dunque punto bituminosa, e gli effetti non son do» vuti che ai vapori sotterranei che s'infiammano ». Dietrich Op. cit. pag. 421.

nione ch' io aveva sempre mantenuta dopo la mia scoperta dell' aria infiammabile nativa. Ad ogni modo per quanto persuaso io fossi della natura dei fuochi di Pietra-Mala, restavami tuttavia uno scrupolo, cioè che il piacere di far fare una bella comparsa alla mia aria infiammabile non forse mi seducesse; ond' è ch' io non era contento finchè non mi riuscisse di averne prove incontestabili e dirette. Altronde quando anche io non avessi più bisogno di queste prove per finir di soddisfare me medesimo sopra tal punto, le vedeva necessarie a convincere gli altri, quelli singolarmente, che attaccati di troppo ai loro antichi principj, e alle idee cui non possono risolvarsi di abbandonare, nemici dichiarati di ogni novità, non si arrendono che all' ultima evidenza. Mi proposi adunque di fare sul luogo le osservazioni proprie non solo ad iscoprire la presenza dell' aria infiammabile là dove trovasi il terreno ardente di Pietra-Mala, in quella copia ch' è richiesta alla produzione de' fenomeni che vi s' osservano; ma ad accertare ben anche di tal aria il continuo sgorgo attraverso la terra, in un colle circostanze che lo promovono. Io intrapresi queste osservazioni verso la metà di Settembre del 1780 in occasione di un piccol viaggio che feci in Toscana; e vado ad esporle, e sottometterle al giudizio del Pubblico: esse sono in piccol numero, ma altrettanto a mio credere, decisive.

Poco ho a dire dell' ispezione del locale, e delle prime apparenze del fenomeno. Pietra-Mala è un

piccol villaggio, che si trova alla più grande altezza della strada che mette da Bologna a Firenze. Alla distanza di poco più d'un mezzo miglio al disotto del villaggio sul pendio del monte evvi un terreno come un picciol campo, il quale mirato anche da lungi vedesi coperto da fiamme, che sorgono all'altezza d'alcuni piedi, fiamme leggiere, ondeggianti, e di color ceruleo la notte, come s'accordan tutti a riferire gli abitanti di quelle vicinanze: in tempo di chiaro giorno queste fiamme non si scorgono che assai dappresso, e appajono assai tenui, e rossigne. Nel che può ravvisarsi di già una perfetta somiglianza colla fiamma della mia aria infiammabile nativa delle paludi. Quando io mi trasferii sul luogo il giorno era così chiaro, e il terreno illuminato del Sole, che punto quasi non si vedeano le fiamme: il calore quello era piuttosto che ne avvertiva all'accostarvisi che nn faceva. Io mi trovava insieme a due mici compagni di viaggio (*a*) e un paesano per guida, il quale rimarcar ci faceva ognuna di tali vampe, mediante il gettare quà e là ne'luoghi particolarmente infiammati, che sono come altrettanti focolari distinti nn dall'altro, de' fascetti di paglia, che vi prendean fuoco all'istante. Del rimanente essendo noi molto curiosi, e non lasciando di tentare, e frugare per ogni dove, non andò guari che tutti avem-

(*a*) Il Sig. Marchese Torelli Patrizio Pavese Cavaliere di S. Stefano di Toscana, e il Sig. Ab. D. Giuseppe Re Assistente al Gabinetto di Fisica della R. I. Università di Pavia.

mo fissati questi falò, o getti di fiamme distinti, quali più è quali men grandi, che non erano poi assolutamente invisibili; perocchè se in qualche sito ci avvenne di abbruciar prima un poco le scarpe che ci accorgessimo della fiamma ivi esistente, questa in appresso, ponendovi occhio più attento, non ci sfuggiva. Cotali fiamme sono quà e là sparsa e disseminate per l'estensione di poche tese d'un terreno che resta scoperto, piuttosto leggiero, ed arido, e un poco sassoso; ed occupano segnatamente i luoghi, dove questo si trova visibilmente più raro, e secco. Talvolta cambian di luogo, ma più sovente di volume, quando in larghezza, e quando in altezza; qui guadagnan terreno, e si riuniscono più fiamme insieme, là si ritirano, e si disgiungono: si può anzi sopprimerne alcune, ed ingrandirne altre a talento. Altro non vi vuole per fare sparire le più piccole, che un forte soffio; e per quelle che sono più larghe, basta versarvi tanto d'acqua, che ne ricopra tutta l'estensione; oppure accumular ivi della terra, e rincalzarla, e comprimerla tanto, che più non dia facile passaggio all'aria infiammabile ch'è sotto. Quest'aria allora risospinta sorte in maggior copia dagli altri pertugi vicini, ond'è che da questi come focolari si levan le fiamme più alto: in somma a misura che si sopprimon alcuni de' getti, crescono in forza gli altri. Io mi trattenni lungo tempo a ripetere e variare tali prove, prendendomi soprattutto piacere di far salire le fiamme più alto a varie riprese, mediante il battere de' piedi, e l'aggravarmi sul terre-

no attorno ad alcuno di tali getti: parendomi che questo solo bastar potesse a render sensibile l'esistenza di quel serbatojo d'aria infiammabile, che quivi ho supposto; la qual aria se dalle interne cavita già si fa strada da se, e trapela spontaneamente per il terren poroso; è ben naturale che sgorghi assai più copiosamente sopravvenendo quell'esterna pressione, che ajuta a spremernela fuore: non altrimenti che noi la spremiamo nelle nostre sperienze da una vescica, o da un otre riempiutone, giusto per offrire lo spettacolo di simili getti di fiamma.

Non voglio lasciare di far osservare, per compiere in tutte le sue parti il parallelo tra l'aria infiammabile e le fiamme di Pietra-Mala, che ogni qualvolta una di queste fiamme, essendosi per qualsivoglia maniera spenta del tutto, viene a riaccendersi, ciò non fa mai senza quella specie di esplosione, che accompagna l'accendimento dell'aria nostra infiammabile, e che è tutta propria di lei. Questa circostanza, di cui ha fatto caso il Barone Dietrich, avrebbe dovuto fin d'allora fargli sovvenire dell'aria infiammabile. » Le pioggie e le » nevi, dic'egli, non impediscono tali fiamme di » bruciare; solamente di gran colpi di vento sono » capaci di spegnerle; però per un momento. Se » si coglie questo istante per accostarvi un corpo » ardente, le fiamme ricompajono con una specie » d'esplosione, e si comunicano a tutta la circonferenza, come ad una striscia di polvere ». (Op. cit. p. 420).

Si avrà forse difficoltà a persuadersi, che esista sotto questo terreno una provvisione d' aria infiammabile così grande, da poter somministrare alimento perenne all' ardere di tante fiamme. Ma se vogliam supporre che si trovasse altre volte in quel luogo una gran palude, la quale sia rimasta in seguito di tempo sepolta, per uno di quegli accidenti che è facile immaginarsi (*a*), sarà anche facile intenderc come le sostanze vegetabili e animali continuando a decomporsi vi abbian colà entro lasciato il prodotto della lor aria infiammabile, la quale, ritenuta in quella sotterranea prigione, da cui esala sol poco a poco trapelando dal terreno, non sia per anco tutta consumata: se si suppone, ciò che è ancora più verisimile, che una quantità di materie putrescenti venga continuamente condotta in quella vasta cavità sotterranea (che in ogni conto dobbiam ammettere che vi sia) da alcuni ruscelli d'acqua carichi di spoglie vegetabili, ed animali, i quali vi scolino come in una fogna, niente più vi mancherà per la formazione di quel magazzino d'aria infiammabile, ampio, inesausto, di cui abbiam bisogno. Del resto l'aria infiammabile potrebbe eziandio venir fornita da qualcuna di quelle mine, che ne abbondano, come son le mine di

(*a*) Favorisce non poco questa supposizione ciò che dice il Sig. Ferber. » Il sito, da cui le fiamme di Pietra» mala sortono, è coperto di terra, e di pietre staccate » talcose, argillose e marnose, come se vi fosse succeduta » una sovversione violenta ». Op. cit. pag. 421 e segg.

carbon fossile. Ma io amo meglio di credere, che quest'aria sia della stessa specie che ho scoperto ne' fondi delle acque stagnanti e sporche, per la ragione primieramente che cotesta è più comune, e si produce in molto maggior quantità dell'altre, e dappertutto; in secondo luogo perchè la maniera di ardere della nostr'aria infiammabile paludosa è simile in tutto a quella delle fiamme di Pietra-Mala.

Se non che qual bisogno abbiamo di ricorrere a supposizioni per concepire la possibilità di questa grande raccolta d'aria infiammabile sotterra ne' contorni di Pietra-Mala, quando l'esistenza sua ci vien provata, e resa palpabile da una quantità prodigiosa di bolle di cotest'aria che scappano attraverso l'acqua di una fontana la quale si trova a picciola distanza dal terreno ardente (a)? Si può facilmente raccogliere di tal aria, che cagiona un grande ribollimento nell'acqua per molte gallozzole, che vengono a rompersi alla sua superficie, adattando un imbuto al collo d'una caraffa rivolta colla bocca nell'acqua, e piena ella stessa d'acqua, come ho insegnato per

(a) » Rimontando un poco la montagna, e sul medesimo pendio si vede un altro pezzo di terreno ardente » più grande e più esteso che il primo. Più in su, all'estremità della valle vi ha un piccolo stagno chiamato » *Acqua buja*, le di cui acque, ancorchè fredde, sembrano bollire costantemente » Ferber pag. 123, il quale suppone anche qui del petrolio, e non sospetta neppure l'aria infiammabile, che si vede e si tocca.

cavare l'aria infiammabile dei fossi: si può, dico, raccogliere dell'aria di quella fontana, trasportarla entro a bottiglie convenientemente turate, ed abbruciarla poi a bell'agio quando un vuole; e si può, se vi piace, infiammarla sulla superficie medesima dell'acqua (a), onde sgorga: ciò che ne fa una vera fontana ardente. Or poichè da questa fontana non corre che un picciolo tratto al terreno ardente, pare che non vi sia, nè esser vi possa alcun ragionevole dubbio intorno all'identità del fenomeno. Nulla di meno passiamo più innanzi, e cerchiamo delle prove più dirette, e concludenti.

Ad oggetto di rendere sensibile il da me supposto sgorgo d'aria infiammabile dal terreno in questione, m'avvisai di spargere delle pagliuzze, ed altri corpi leggieri là dove la terra mi parea più leggiera e sollevata, segnatamente in que' luoghi da cui aveva un momento prima a bella posta spazzata via con forte soffio la fiamma: con che ebbi la soddisfazione di vedere che coteste paglie, ed altri minuzzoli venivano commossi, e fatti saltellare dal soffio d'aria (e da che altro mai?) che trapelava dal terreno. Non mi restava più per compimento di prova, che di raccogliere di quest'aria medesima, e vedere se era veramente infiammabile, al par di

(a) È dunque l'aria infiammabile a cui si dà fuoco, e che leva fiamma sulla superficie di quell'acqua, un'aria infiammabile che ognuno può raccogliere; non è il sognato petrolio, che nè si scorge, nè alcuno ha raccolto mai in quel sito.

quell' altra che scappa in forma di bolle dalla vicina fontana, di cui s' è parlato poc' anzi. A questo fine feci scavare delle fossatelle ne' luoghi precisamente occupati da fiamme, e ricolmate quelle d' acqua, con che veniva (com' è naturale) soffocata la fiamma; si videro, com' io l' aveva predetto, salire dal fondo a galla dell' acqua copiose bolle d' aria; le quali per rendere più grosse, e più frequenti, mi misi a frugare col bastone sott' acqua sommovendo la terra, intanto che per raccogliere di tal aria teneva rivolta colla bocca nell' acqua una bottiglia piena d' acqua con adattato al modo solito l' imbuto. Con simile artificio mi riuscì di trasportare una quantità sufficiente di cotest'aria al nostro albergo di Pietra-mala, dove feci la prova d' infiammarla in presenza di quelle stesse Persone, che erano state meco sul luogo, che mi avevano ajutato a raccoglierla, e che avevano assistito alle altre sperienze. La fiamma di quest' aria si mostrò azzurra, e lambente, tutt' affatto simile a quella dell' aria infiammabile delle paludi, e della fontana, di cui abbiamo parlato.

Non si può dunque a meno di riconoscere nel fenomeno di Pietra-mala un' aria infiammabile, che già bella e formata si contiene in un vasto ricettacolo sotterraneo, da cui esce continuamente, facendosi passaggio per alcune crepacce, e pertugi invisibili, ossia attraverso la terra medesima rara e porosa. Tutt' al più vi si potrebbe associare un' altra causa, e attribuire una parte solamente del fenomeno all' aria infiammabile, la di cui esistenza in quel luogo è ora dimostrata, e un' altra parte al suppo-

sto petrolio, o ad altra sorta di bitume; ma bisognerebbe bene essere innamorato di questo petrolio, o bitume, per volerlo a tutti i patti tirar in campo, quando non è mai stato possibile di scoprirvelo, e che altronde non vi è bisogno alcuno di questo soccorso. No, lo ripeto, non v'è il minimo indizio di bitume, nè fluido nè concreto, sparso sopra il nostro terreno ardente: una terra arida, buona parte nericcia, mista a sassi piccioli e grandi, e pochi rimasugli di vegetabili sparsi sulla superficie, ecco tutto quello che vi si trova. Si è fatto caso da alcuni dell' odore di questa terra nericcia, che avean raccolto per esaminarla, ma è facile riconoscere che non è altro che un odore empircumatico, che ha contratto essa terra arrostita dalla fiamma ivi esistente; come succederebbe d'ogni terra, che si sottoponesse alla medesima abbruciatura, salvo che fosse del tutto magra e sabbiosa. Nè maggior caso vuol farsi di quell' odore, che, al dir di taluno, dal luogo di quelle fiamme si spande intorno. Il Sig. Dietrich nel passo sopraccitato dopo aver detto che per prova ha trovato che quella terra non è punto bituminosa, soggiunge » si dee presu- » mere, che l'odor grato, ma leggiero, che si sente » quando si è sotto il vento delle fiamme di Pietra- » mala, che alcuni han preso per un odore elettri- » co, ed altri per quello del belzuino, e che io non » ho potuto determinare sul luogo, non è altro che » quello dell' acido marino, la di cui presenza è » provata dalla mia sperienza ». Io crederei che fosse l' odore stesso dell' aria infiammabile, che

quando abbrugia è leggiere, e non ingrato, alterato, se si vuole, dai vapori di detto acido marino, o d'altre sostanze volatili che per avventura vi s'incontrino. Checchè ne sia di tali circostanze puramente accidentali, quando le circostanze più essenziali che accompagnano il fenomeno dei terreni ardenti, i sintomi principali di questi fuochi convengono interamente con quel che ci offre l'aria infiammabile nativa, quando insomma la rassomiglianza è perfetta quanto mai può essere, costretti noi già a ravvisare nell'identità degli effetti l'identità della causa, dobbiamo di questa sola essere contenti, senza andar a cercare altre cause concomitanti superflue non che immaginarie.

Tra questi sintomi uno ve n'ha, ch'io non ho ancora indicato, tanto più rimarcabile, quantochè stando al mio supposto riceve una spiegazione tutta facile e naturale; e all'incontro non può averla che difficilissima, e forzata in ogni altra supposizione. Parlo delle vicende, a cui vanno sottoposte per le pioggie e la siccità le fiamme di Pietramala, e in generale quelle di tutti i terreni, e fontane ardenti. I pratici di que' luoghi ci assicurano, che queste fiamme crescono di molto colle pioggie. Or non si sa comprendere in qual maniera le pioggie potrebbero aumentare il bitume, o il petrolio alla superficie di questi terreni; meno poi come potrebber favorire la combustione, e l'alzata delle fiamme: pare anzi più naturale che dovessero portarsi via tali materie, diluirle e lavarne il terreno. All'incontro attenendoci alla nostra

spiegazione, ben si vede che queste pioggie medesime possono, anzi devono per via dello scolo delle lor acque nelle cavità sotterranee, ove io pongo il serbatojo dell' aria infiammabile, aumentare l'emissione di cotest' aria attraverso gli screpoli, e la porosità del terreno. Per conseguenza quanto più copiosi saranno gli scoli d'acqua che penetrano là dentro, tanto maggior quantità d'aria verrà costretta a dar luogo, e scappar fuora per le dette strade. Un' immagine noi abbiamo di ciò nella mia lucerna ad aria infiammabile; perocchè a misura che si apre di più la chiave, o robinet, per lasciar cadere un più grosso filo d'acqua dal recipiente superiore nell'inferiore pieno d'aria infiammabile, la fiamma che esce del tubetto adattatovi, si fa più grande ed alta.

Terminerò questa Memoria con una breve descrizione d' un apparecchio, ch' io ho immaginato per reiterare simili sperienze a piacimento; poco parendomi l'esempio proposto della lucerna ad aria infiammabile, se non giungeva a rappresentare in altro modo, e con più perfetta imitazione le fiamme dei terreni ardenti. Ho dunque costrutta una grande cassa, che riempio d'aria infiammabile. Nella parte superiore, ossia coperchio, son praticati quà e là de' piccioli fori, e in qualche luogo sonovi dell'aperture più larghe con sopra fili di ferro incrocicchiati, o ramatine adattate: il tutto però è ricoperto da grossa sabbia, pietruzze, festuche ec. con a luogo a luogo dell' erba; per dargli così l'apparenza di un terreno naturale. Le

cose in tal modo disposte, io verso dell'acqua con un innaffiatojo (per imitare così anche la pioggia) sopra un luogo di questo artificiale terreno, ove ho accomodato un canale che mette nell'interno del recipiente. Tosto che questo comincia a ricever acqua, l'aria infiammabile costretta a dar luogo scappa dai piccoli fori e attraverso la sabbia, e i mucchi di pietruzze onde son ricoperti: allora gettandovi un zolfino acceso, si alza una bella fiamma cerulea, che cresce, o decresce a misura che la pioggia, e i rivoletti che scorrono sono più abbondanti, e portan più acqua nell'interno. Talvolta la fiamma si tien così bassa, che rimane nascosta tra i piccoli sassi, e negl'interstizj della sabbia, talmente che si terrebbe per estinta; ma questa fiamma che ci cova sotto è pronta a sorger alta, e farsi vedere, tostochè si versi novella acqua, e ne scorra pel canale nel ricettacolo in copia sufficiente. Non voglio lasciar di dire, che si possono ripetere sopra questo terreno ardente artificiale tutte le sperienze, che ho fatte sopra il terreno ardente naturale di Pietra-mala: si può sopprimere questa, o quella fiamma, impedendo l'uscita all'aria infiammabile, o col bagnare, e comprimere la terra in quel tal sito, o in altra maniera: si può, formandovi delle fossette, e colmandole d'acqua, far nascere e il ribollimento di essa per le gallozzole d'aria che vengono a galla, e gli altri fenomeni delle vere fontane ardenti ec.

Ecco come sono riuscito a rappresentare le più comuni apparenze, e gli accidenti delle fontane,

e dei terreni ardenti, seguendo le idee, che fin da principio mi era formato dell' origine e natura di tai fuochi. Una sì perfetta rassomiglianza non dovrebbe lasciar luogo ad alcun dubbio, quand' anche non vi fossero tutte le prove dirette, che dimostrano l' esistenza dell' aria infiammabile stanziante sotto il terreno di Pietra-mala, e il continuo sgorgo ce ne fan vedere, e rendono per ogni maniera palpabile. E che si ricerca di più per una piena convinzione? Posso dunque dire di aver bene accertata l' origine di un fenomeno bello e singolare, e di aver assegnata giustamente una delle parti all' aria infiammabile nativa sulla superficie della terra. Chi sa che un giorno non si verifichino anche le altre idee ch' io ho avventurate nelle mie Lettere sull' aria infiammabile, riguardo all' influsso, e giuoco che può avere tal aria al di sopra della terra nelle differenti regioni dell' atmosfera, concorrendo coll' elettricità alle meteore ignee? Queste idee non sarà inutile l' averle arrischiate, se serviranno almeno a portar più lungi le osservazioni e le sperienze.

APPENDICE

Ove parlasi particolarmente dei fuochi ardenti di Velleja.

Ho avuto occasione in un giro da me fatto lo scorso Maggio in compagnia di altre dotte persone, e delle naturali cose singolarmente studiose, di osservare le fiamme d' un altro terreno ardente; le quali ho riconosciuto essere dell' istessa natura delle già descritte di Pietra-mala, e subire le stesse vicende: cioè null' altro essere, che aria infiammabile sorgente copiosamente in alto attraverso una terra secca, e screpolata, sprovveduta di qualsisia bitume. Questo terreno ardente si trova alcune centinaja di passi solamente lontano dalla famosa città di Velleja già da molti secoli sepolta, e scopertasi ha pochi anni nelle montagne del Piacentino (a). Siccome a quello di Pietra-mala, così pure a questo di Velleja si dà nome molto impropiamente di vulca-

(a) Del 1757 vi è stata trovata a caso la celebre *Tavola Trajana*; e negli anni susseguenti furono intrapresi gli scavi, che hanno scoperto buona parte della Città, un circo ec.

no: ciò che potrebbe farlo incolpare dell' eccidio di cotesta antica nobile città. È però da osservarsi riguardo al primo, che non v' ha in tal luogo il minimo vestigio di eruzione, nè alcuna produzione vulcanica vi s' incontra; e riguardo alle rovine, la semplice ispezione locale ne mostra che un pezzo di montagna argillosa, come son tutte quelle che ivi sovrastano, soggette a smottare, lasciatasi giù d' improvviso, oppur anche successivamente, ha riempiuto di terra, e coperto la città in un colle vicinauze. Simili frane, o scoscendimenti di terra sono frequentissimi in tutta quella catena di montagne argillose, o margacee, e chiamansi dagli abitanti *libie*, o *lavine*. Se ne veggono quà e là di recenti, e vestigi ne rimangon dappertutto. Ci fu anzi mostrato un luogo distante men di due miglia da Velleja medesima, dove rimasei sepolte, non son che tre o quattr' anni, alcune case. Or sul luogo propriamente della Città anch' essa sepolta trovasi un ampio rialzo di terreno, che non siegue l' andamento delle altre montagne, ma è gettato di traverso, e che dechina verso un torrente chiamato *Chero*. Il sito delle fiamme trovasi verso il fine di questa china, direttamente sotto Velleja, e assai vicino al nominato torrente.

Non posso a meno di far qui una riflessione. Parlando dei fuochi di Pietra-mala affatto simili a questi, e convenendo aver ricorso a qualche supposizione per intendere come tant' aria infiammabile potesse colà trovarsi raccolta in vaste cavità sotterranee, quanta se ne ricerca per somministrar l' ali-

mento continuo a tali fiamme, la prima idea che mi venne alla mente, e che proposi per la prima, fu quella di una palude, e di un ammasso qualunque di sostanze vegetabili, od animali, rimasto sepolto per una di quelle rivoluzioni, che è facile, io dicea, d'immaginare: il disfacimento di quelle sostanze sepolte sappiamo qual prodigiosa quantità d'aria infiammabile produce. Or qui per il terreno ardente di Velleja una tal rivoluzione non ho più bisogno di proporla indovinando, non è supposizione o congettura, ma fatto certo, di cui esista un monumento pur troppo parlante.

Eran due i luoghi, da cui s'alzavan le fiamme, e fiamme ben alte e veementi, quando noi li visitammo; un vicinissimo al torrente, l'altro alcuni passi più in su; quello piuttosto ristretto, questo considerabilmente più ampio. Ci disser le persone che seguivano accompagnandoci, tralle quali il Parroco del luogo, uomo di molta intelligenza nè ignaro di Fisica, che non sempre ardono amhedue, sendo soggetti a spegnersi, singolarmente il più picciolo; ma che si riaccendon tosto al gettarvi sopra un solfanello, un mazzetto di paglia, o qualsivoglia altro corpo acceso; che il vento piuttosto che la pioggia li spegne; che questa anzi d'ordinario fa sorger le fiamme più alte; finalmente che il più picciolo di quei terreni ardenti, che è più abbasso, rimane soventi volte coperto d'acqua; e che allora sorgon da essa copiosissimi gorgogli, che la fan tutta ribollire, sebben si senta fredda tuffandovi la mano, come ogn'altr'acqua. Tali gorgogli, ci diceva il nostro

bravo Curato, sono gorgogli d'aria, che si può con un cerino infiammare a pelo dell'acqua medesima, e si può anche raccoglierla in vesciche per mezzo d'un imbuto, com' egli asseriva aver praticato più d'una volta, ed accenderla quindi a bell' agio spingendola contro la fiamma di una candela. Tanta è la copia, soggiungeva, di quest' aria che scappa fuori dall' acqua, ch' io vorrei provarmi a riempire un pallone aerostatico, se l'avessi, sicuro di riuscirci in poco d' ora.

Troppo ci avean detto, perchè dubbio più rimaner potesse intorno alla natura di questi fuochi. Ma anche prima di tal relazione da quel poco ch' io aveva sentito raccontarne in confuso, e dall' esempio di quelli di Pietra-mala, era più che persuaso che procedevano anche questi da null' altro che da aria infiammabile, cui per raccogliere aveva portato meco da Pavia e boccie e imbuti. Aveva anzi di più prevenuti i compagni di ciò che avremmo sicuramente veduto; un de' quali pareva tuttavia più inclinato a credere, che tali fiamme traessero il loro alimento immediatamente, o mediatamente almeno da qualche vena di petrolio, tantochè si prometteva quasi di poter raccoglierne in sostanze, o di ricavare almeno della terra pregna di simil bitume.

La prima cosa che proposi di fare, dopo che avemmo data un occhiata alle fiamme, e veduto che eran rossigne (tali appariano per lo splendor vivissimo del sole che vi dava addosso), senza fumo e fuliggine sensibile, e che traman lavano appena un leggerissimo odore, il quale non si po-

tea neppur dire oleoso, la prima cosa, dico, che fu proposta e fatta ad oggetto di verificare le mie idee, è stata quella di allagare uno dei terreni ardenti. Si scelse per ciò fare più comodamente e più presto il men grande; si cavò alquanto di terra; e vi si versarono alcuni secchi d'acqua. Questo bastò ad estinguere le fiamme in tutto il sito allagato; ma non a toglier l'eruzione spontanea copiosa dell'aria, la quale salendo attraverso l'acqua medesima in grossi e frequenti gorgogli ribollir la faceva in varj siti. Allora io feci vedere a tutti, come accostando un candelino acceso alle bolle che si presentavano a galla dell'acqua, tutte vi prendean fiamma. Questa fiamma non durava, è vero; nè si estendeva su tutta la superficie dell'acqua, come avviene in altre fontane ardenti, e come succede talora anche quivi, per la ragione ch'erano i gorgogli, sebben copiosi, come si è detto, troppo ancora distanti un dall'altro, e che vari soffrivano delle interruzioni, o pause: e ciò nasceva da che al primo inzupparsi del terreno, molti screpoli e fessure avean dovuto chiudersi, ond'era l'aria, sgorgante prima in piena copia, rattenuta ora in gran parte. Il trovarsi per tal modo chiuse o ingorgate sul fondo del nostro laghetto molte vie dell'aria, faceva che tutt'intorno sul labbro ancor secco, o appena tocco dall'acqua uscisse essa con maggior impeto, e fischiando. Intanto noi facevam versare nuov'acqua, onde soffocare in parte anche questi getti, tantochè allagato più ampiamente il terreno, non avea ormai più l'aria altra strada che

quella di uscir su pel terren bagnato, e attraversar l'acqua. Infatti andavan mano mano crescendo i gorgogli in vigore e in frequenza, e per qualche larga via apertasi infine stabilmente sul fondo eran già divenuti parecchi non più interrotti e vaganti, ma continui e permanenti. Di maniera che non v'ha dubbio, che durando più lungo tempo a covarvi sopra l'acqua, veduto avremmo sortirne le bolle d'aria in quella strabocchevole copia, che al riferire del nostro valente Parroco vi si osserva negli allagamenti portativi talora dalle pioggie; e avremmo potuto diffondere col candelino la fiamma su tutta, o quasi tutta la superficie dell'acqua. Ma se non era così copiosa l'uscita spontanea dell'aria da dare questo bello spettacolo, lo era abbastanza perchè potessimo riempirne a talento, siccome fu fatto, le nostre boccie: una delle quali feci vedere ad accenderla un'ora dopo, essendo di là partiti; le altre ben custodite me le recai a Pavia ad oggetto di esaminar quell'aria a più bell'agio, e con maggior attenzione. Avrei desiderato per compimento, e per dare un bello spettacolo sul luogo, di avere un imbuto di ferro assai largo con canna stretta ed alta; perchè coprendo con questo le fiamme del terreno ancora asciutto, ciò che spente le avrebbe, avrei messo fuoco col candelino all'aria sulla cima del cannello, da cui uscendo essa affollata con impeto, formato avrebbe un altissimo, e vaghissimo getto di fiamma.

Quello de' compagni, cui le sperienze mie comunque decisive non finivan di appagare, perchè

prevenuto per il suo petrolio, faceva intanto scavare d' intorno, e incontrata una terra nericcia, credette aver trovato quel che cercava, e senza neppur esitare, ci mostrò detta terra come pregna di un tal bitume. L' odore già era per lui di vero petrolio; agli altri sembrava pure che annunciasse qualche cosa di simile; a me pareva, e non pareva. Si ebbe dunque cura di raccogliere varj pezzi di questa terra nera d' attorno all' un sito e all' altro dove ardevan le fiamme, e a diversa profondità, per quindi analizzarla. Ma quale sorpresa poi quando fu trovato, che gettata sui vivi carboni punto non metteva fiamma? E come rimase più sorpreso ancora il nostro Mineralogo, quando sottoposta avendola alla distillazione, presenti noi tutti che fummo compagni nel viaggio, non passò neppur una goccia di olio? Ecco quali furono i prodotti di 6 oncie di tal terra: I.° dan. $4\frac{1}{2}$ d' acqua limpida con un odore accostantesi a quello dell' acido marino; II.° dan. 7 d' acqua simile con un poco d' odore empireumatico: nè l' una nè l' altra fece effervescenza cogli acidi; III.° dan. 2 di flemma gialliccia con odore empireumatico più forte: effervescenza cogli acidi; IV.° $\frac{1}{2}$ dan. di spirito volatile acquoso ed empireumatico: effervescenza più forte: V.° rimase in fine nella storta oncie 4 dan. 17 di terra nera abbruciata solubile in parte nell' acqua forte. Vi furono 17 dan. di perdita, non essendosi raccolti i prodotti aeriformi, che debbono essere stati in parte aria fissa, e in parte aria infiammabile. È notabile, che prodotti poco

dissimili ebbe il Sig. Baron Dietrich dalla terra nera da lui raccolta intorno ai fuochi di Pietramala (*a*); e già io credo che non molto diversi si ottengano da ogni terra grassa.

Poniamo ora il caso che quella nostra terra di Velleja avesse realmente fornito del petrolio, in vece che non ne ha dato nè punto nè poco, certo i suoi fautori, i sostenitori dell' antica comune sentenza avrebber menato festa, avrebbero se non relegata del tutto la mia aria infiammabile, poiché la fo vedere e toccare, lasciata almeno in disparte, poco o nulla concesso avrebbero a quella, e tutto al diletto loro bitume: senza forse cercare se tale terra ne conteneva abbastanza per somministrar l'alimento alle fiamme di cui si tratta; senza troppo badare se dette fiamme rassomiglino a quelle del petrolio, o piuttosto a quelle della mia aria infiammabile. Io però avrei fatto loro rimarcare, che nel luogo medesimo ove ardon le fiamme, non si trova neppure la detta terra nera, bensì una terra arida e secca mezzo calcinata; che quelle fiamme non dan fumo nè fuliggine sensibile, e quasi nulla di odore, quando all' incontro il petrolio, siccome ogn' altro bitume, produce fiamma molto fuligginosa e fetente. Dovendo pertanto convenire che non può essere il petrolio in sostanza che bruci a fior di terra, o entro la medesima, sarebber ricorsi ai vapori di esso provenienti da

(*a*) *Lettres sur la Minéralogie* etc. pag. 421.

maggiore profondità. Ma è forse il petrolio volatile come gli olj essenziali delle piante? Anzi no. E poi: o questi vapori sono condensabili, e rimaner dovrebbero nell' acqua quando vien allagato il terreno che li tramanda, e soprannotarvi offerendoci uno strato di petrolio, il che non si osserva, o non sono condensabili, ma permanentemente elastici, tal che scappano dall' acqua in forma di gallozzole, che è quello che si osserva di fatto; ed ecco, ripiglio, un vero fluido aeriforme, ecco la mia aria infiammabile. E che m' importa in fondo, quando è provato che ivi esiste, e che dessa è che arde, d' onde provenga? Io stesso non ho io attribuito sempre l' origine dell' aria infiammabile, che chiamo nativa, alla lenta decomposizione delle sostanze vegetabili ed animali, di que' corpi insomma dai quali anche per distillazione si ricava una simile aria (*a*)? Tra questi corpi son certamente gli olj, o i bitumi. Che anzi opino essere appunto la parte oleosa delle anzidette sostanze vegetabili ed animali, o la sola, o la principale che fornisce, tanto col processo naturale quanto coll' artificiale, l' aria di cui si tratta. Non escludo io dunque il petrolio: esso, come gli altri olj, come ogn' altra sostanza infiammabile, può decomponendosi produrre aria infiammabile; e quando quella, che si trova in quantità strabocchevole sotto i terreni ardenti di Pietramala, e sotto quelli di Velleja, di che non v' è più

(*a*) Vedi le *Lettere sull' Aria infiammabile* ec.

luogo a dubitare, fosse così prodotta, vorrebbe dirsi per questo che è petrolio quel che ivi arde, e fiammeggia? A questa maniera quando io accendo l'aria che proviene da uno stagno, sul cui fondo trovansi legni, ed erbe infradiciate che l'han prodotta, potreste dire che sono i legni, e l'erbe che dan la fiamma che vi fo vedere, ma chi ha sano senso, chi non ama la confusione, distinguerà l'ardere immediato di tali corpi, e l'ardere dell'aria infiammabile già estratta da essi, e raccolta a parte.

Così avrei incalzato questionando i partigiani del petrolio, se fosse loro riuscito d'incontrarlo nei luoghi de' terreni ardenti, o lì presso; ma dubito che si fossero ancora arresi, tanto può una preconcetta opinione! Ora però che per quanto si sia cercato non se n'è rinvenuto punto nè poco, è finita ogni questione, e la causa della mia aria infiammabile, che mi si dà vinta dal compagno ormai convertito, dovrà finalmente trionfare di quanti aderenti possano ancora trovarsi all'antica opinione.

Ho detto ch'io mi proponeva di esaminare più attentamente ritornato a casa l'aria infiammabile raccolta sopra il terreno ardente di Velleja: or sia piegio dell'opera il qui esporre brevemente quello che ho trovato. Quest'aria dunque arde con una fiamma lambente azzurrognola, un pò più chiara, e più grande però di quella che dà ordinariamente l'aria cavata dai fondi d'acqua stagnante. Come questa, e forse più, e dura ad accendersi colla scintilla elettrica; e com'essa vuol essere mista per lo meno a otto volte tanto d'aria atmosferica. Non

manda odore sensibilmente diverso da quello dell'aria infiammabile dei fossi; bensì dà qualche poco di filiggine, che questa non dà. Per tale proprietà, e per quella della fiamma più chiara e più grande, s'accosta un poco all'aria infiammabile che si ricava colla distillazione sia dagli olj puri, sia dalle sostanze vegetabili ed animali. Intorno a che se si riflette come l'aria infiammabile medesima della distillazione, la quale ha un puzzo empireumatico insopportabile, ed è estremamente filigginosa, va perdendo di quel puzzo e di quella filigginosità a misura che si lava e si sbatte nell'acqua, come ho scoperto, accostandosi sempre più anche pel colore della fiamma all'aria nativa delle paludi, che è prodotta da una lenta e spontanea decomposizione della medesime sostanze; se si riflette, dico, a ciò si verrà a comprendere che non differiscono sostanzialmente tra loro queste arie, e che quella del nostro terreno ardente già molto più vicina all'aria nativa delle paludi che all'altra della distillazione, se avesse come la prima i suoi natali e la culla nell'acqua, terrebbe con essa una perfetta rassomiglianza; e che l'acquisterebbe fors'anche dopo, ove sol le toccasse di soggiornare sott'acqua lungo tempo.

Mi sono proposto in questa e nell'altra memoria di trattar de' terreni e fontane ardenti in generale, e in particolare d'alcuni da me visitati, intorno ai quali ho avuto campo di far varie sperienze, onde verificare la mia opinione, cioè che le fiamme ivi siano prodotte da null'altro che da aria infiamma-

bile raccolta sottoterra, e fuori sgorgante. Nella prima memoria scritta in Francia del 1782, e recitata in un consesso accademico, avendo io preso per oggetto principale i fuochi di Pietra-Mala, sopra i quali avea fatto qualch'anno prima le mie ricerche ed osservazioni sul luogo, trovai conveniente di parlare, ed anche a lungo, della così detta *Fontana ardente* del Delfinato, e di riportare i sentimenti di diversi autori; giacchè sebbene io non l'avessi visitato tal luogo, e nessuno di quelli che ce ne han dato una descrizione, sì degli antichi che de' moderni avesse fatto parola di aria infiammabile, alcuni però ci eran venuti molto d'appresso, e le descrizioni loro altronde sì chiaramente ci danno a divedere tal aria, che niente quasi può desiderarsi di più. Or in questa seconda memoria scritta in Italia, comecchè l'oggetto mio particolare sia stato di riportare le nuove mie osservazioni intraprese mesi sono sull'altro terreno ardente che trovasi presso le rovine di Velleja, ragion vuole, ch'io produca pur anche qualche cosa di alcun altro simile terreno, e massime della nostra Italia, ove son tanto frequenti, riportando le altrui in mancanza delle mie osservazioni. Potrei facilmente ingrossare la lista di tali fenomeni, e formar un volume delle descrizioni, che ne abbiamo da diversi autori (*a*); ma io volentieri ne

(*a*) Il più degno d'essere rammentato fra i terreni ardenti è quello che il cel. Gmelin osservò nella Provincia

tralascio molte, perchè, sebbene si possa anche da quelle chiaramente rilevare che i fenomeni

del Ghilan in Persia nel 1771. Qui, dic' egli, il terreno arde; e qui gli antichi Guebri adoratori del Sole, e del fuoco come suo simbolo, immaginarono esser la sede prediletta del loro Dio in terra, ove voleva essere particolarmente venerato. Quantunque i Turchi abbiano esterminata quella superstizione come idolatra, pure permettono ad alcuni devoti e zelanti Indiani di esercitarvi il loro culto, a un dipresso come tolerano i Cristiani nella Terra Santa. Quegli Indiani v'hanno edificati alcuni tempietti, ove fanno le preci, giusta il loro rito. Da tempo immemorabile que' fuochi ardono; ma quel che fa più al proposito nostro si è che per avere una fiamma sollevata da terra conficcano in questa de' tubi di canna, che abbasso non abbruciano, e nemmeno ardono in cima, sebbene fiamma accesa continuamente mettano. Questo fa vedere abbastanza non da altro essere prodotto quel fuoco, che da aria infiammabile.

Ciò non ostante il Sig. Gmelin, igno ando l'esistenza dell'aria infiammabile nativa, e sapendo altronde esservi nel Ghilan degli abbondanti pozzi ne' quali cola il nafta, immaginò che a questo solo tutto si dovesse il fenomeno. Dovea però riflettere, che nella sua ipotesi il fuoco sarebbe stato nel terreno, il che opponevasi al restare illesi i tubi di canna, anzi i coni di carta da lui sperimentati, che conficcati nel suolo non accendeansi, ma lasciavan passare un'aria, la quale uscendo da essi infiammavasi, continuando ad ardere come una candela, di cui soggiugne egli, fa sovente le veci.

Simile sperienza io ho fatta a Velleja fino a un certo segno, e in più bella maniera, come già dissi, l'avrei fatta, se avessi avuto un imbuto più largo, e di collo assai più alto.

sono della stessa specie, e quindi non altra sorgente riconoscono che l'aria infiammabile, vi mancano tuttavia le prove dirette, niun tentativo, niuna ricerca essendosi fatta per rinvenirvi tal aria: al che non era neppur possibile di pensare ai tempi in cui le accennate relazioni furono scritte, prima cioè della scoperta dell'aria infiammabile nativa. Non è che dopo tal ritrovato, il quale ci ha aperto un nuovo punto di vista, che si potean fare le giuste osservazioni ed esperienze sopra i terreni e le fontane ardenti, all'oggetto di scoprirne l'immediata causa. Ma fuori delle mie a Pietra-Mala, e a Velleja, non so che altre ricerche siano state fatte, se non quelle del celebre mio collega Ab. Spallanzani nell'autunno scorso, le quali confermano nel più bel modo le mie conclusioni. Egli avendo in compagnia di S. E. il Sig. Marchese Gherardo Rangone Ministro di Stato di S. A. S. il Sig. Duca di Modena, Cavaliere benemerito delle Scienze e delle lettere, che protegge generosamente, e coltiva con frutto, deliberato di portarsi a visitare un picciol vulcano (seppure si può chiamar tale) denominato Salsa (a) di Montegibbio, lontano un miglio da Sassuolo di Modena, ed altri siti poco discosti, che presentano fenomeni simili, prese seco i necessari apparati, e gente d'ajuto, e intraprese quelle osservazioni, ed esperienze, che

(a) Probabilmente chiamasi Salsa, per esser alquanta salata la terra che vomita.

meglio al fine conducono di accertare la causa ricercata del fenomeno. Debbo all' amicizia del sullodato mio collega le notizie dettagliate communicatemi, e il permesso di pubblicarne un transunto.

Questo vulcanetto, che relativamente a Sassuolo è situato al Sod-est si trova alla sommità d' una pendice, dove forma un cumulo di terra, a guisa di pigna, sul qual cumulo a diverse ma frequenti riprese produce gorgogli del diametro di 4 in 5 pollici, nati da un aria che si sprigiona, e da una lubrica e semifluida fanghiglia, che del continuo ne esce, e cala giù nel declive di detta pendice. Questi gorgogli nel rompersi lasciano su la fanghiglia de' circoletti neri, in apparenza filamentosi, che il celebre Vallisneri, il quale nel 1711 visitò in Settembre questa Salsa, vuole che traggano l'origine dal petroleo, che in quelle vicinanze si trova. Ma il vero è che tal materia nera non manifesta indizio alcuno di quest' olio acutissimo, tanto odorandola, quanto bruciandola. Si può andare senza pericolo sopra il vulcanetto, e se dove gorgoglia vi si caccino dentro perpendicolarmente de' bastoni, o delle pertiche, queste si profondano poco. Non sò a chi dell' Ab. Spallanzani, e dell' illustre suo compagno venisse prima io mente di fare scavare in quel luogo; lo che si fece alla profondità di 5 piedi parigini; e si trovò che là in fondo gorgogliava egualmente che in cima. In quel giorno, che era li 24 Ottobre 1784, il termometro reamuriano marcò all' ombra su quel luogo il grado 13 sopra lo zero, e dopo l' essere restato immerso

un quarto d'ora nel vulcanetto, discese fino al grado 11. Anche col dito toccando quella melmetta semifluida si sentiva fredda. Verificato, che era aria, ossia un fluido aeriforme, che sotto forma di bolle esciva tanto di frequente dal vulcanetto, cercarono qual aria si fosse questa, e trovossi che era aria infiammabile. Co' soliti metodi ne empierono più bocce, e vider che ardeva tutta come quella delle paludi. Di più accostando un cerino acceso al vulcanetto, quando scoppiavano le bolle si levavan' esse subitamente in fiamma. Quel gorgogliare adunque si scorge esser tutto un effetto dell'aria infiammabile, che sprigionatasi dal fondo, od anche da lati interni del vulcanetto, viene alla superficie per aperture, e sottili strade sotterranee. Or cosa è che produce là dentro quella tant'aria infiammabile? Il nostro Ab. Spallanzani domanda qui, se non potrebbe tal aria essere prodotta dalla pirite, denominata dal Vallerio: *sulphur ferro mineralizatum forma cryma crystallizata?* giacchè non solo la terra eruttata dal vulcanetto abbonda di tale marcassita, ma questa eziandio ne esce di quando in quando dal medesimo all'uscirne di quella semifluida fanghiglia. Ma io piuttosto inclino a credere, che abbia origine quell'aria infiammabile, come altrove, da sostanze vegetabili od animali decomposte. Un esame più accurato di tal aria, siccome ho fatto di quella di Velleja, potrebbe chiarirne. Come che sia, con l'azione dell'aria infiammabile, conchiude l'istesso Ab. Spallanzani, s'intendono i precipui fenomeni del picciol vulca-

no. Quando egli lo visitò, non faceva altro che produr quelle bolle, que' gorgoglj, di che si è parlato. Qualche volta però gli fu detto che infuria, e fa strepiti in modo, che si sente alla distanza di più miglia. Tre anni sono il giovedì santo, essendo il cielo piovoso, per le improvvise e considerabili sue eruzioni si rese formidabile a popolani di quelle vicinanze. Non è forse inutile la riflessione ch' ei fa, che in quella stagione appunto imperversavano i tremuoti in Italia, ed in altri luoghi di Europa. Adunque per testimonianza della gente che abita in una casa vicina due tiri di pietra al vulcanetto, e di altri che allora si trovavano in que' contorni, fece questo sentire in quel giorno come de' piccioli colpi di cannone, e nel tempo stesso lanciò all'aria, a perdita di vista, una immensità di terra accompagnata dal fumo, che ricadeva poscia sul vulcano stesso, e ne' suoi contorni. E così seguitò ad infuriar per tre ore. Non era il suo cratere un picciol cono, come quando è stato dall'Ab. Spallanzani osservato, ma il circolare cratere avea di diametro due pertiche circa, dal quale venia lanciata quella belletta semifluente. Allora poi, per quanto gl'attestarono alcuni più arditi degli altri, che al vulcanetto si avvicinaron di molto, non vedeasi già il cratere formare una caverna o sotterranea voragine, ma soltanto la terra semifluida che lo formava, producea un gran tumore, o come una immensa bolla, che un momento appresso scoppiava con rumore grandissimo, e nello scoppio si vedeva con fumo lanciata in alto la terra. E questi gran tumori, o

bolle si formavano con prontezza grande, e si struggevano. Il più forte della eruzione durò tre ore. Poi fattasi gradatamente più rimessa, per più giorni non si sollevava la terra che all' altezza d' un uomo. In seguito ritornò il vulcanetto all' ordinario suo stato, di crear cioè quelle bolle, e di mandar fuori quella melmetta tenerissima. In occasione poi della forte eruzione summentovata, quella terra semifluida colò al basso della pendice, ed andò all' ingiù alla distanza di mezzo miglio. Altre eruzioni gagliarde si sono vedute altre volte. La gente che abita la casa vicina sopra indicata, assicurò i nostri indagatori, che altra volta il vulcanetto gittò fuori una pietra sì enorme, che di essa, rotta in più pezzi, si fece calcina in gran copia, soggiugnendo di più, che la pietra immane venne cacciata a molta distanza. Riferì pure che in altra eruzione tremava tutta la casa, e il suolo circostante, e che anzi allora la sua aja sprofondò in un lato. In queste diverse eruzioni poi, tutti d'accordo attestano che di notte tempo la fiamma era visibilissima. Come l' aria infiammabile, che in quel luogo ordinariamente non si vede ardere, prenda talora fuoco da sè, noi non c' impegniamo di spiegarlo. Diremo solo, che altri esempj occorrono di spontanee accensioni d' aria infiammabile. Del resto questa descrizione è la più interessante di tutte, presentandoci un anello, che sembra unire i terreni ardenti coi vulcani. L' aria infiammabile sarebbe dunque la causa immediata anche di questi? Certo ella vi debbe entrare per una gran parte; ma nelle grandi eruzioni vulcani-

che, oltre l'aria infiammabile già svolta, e raccolta nelle cave sotterranee, nuova copia se ne genera all'atto che molte sostanze minerali entrano in combustione, e queste e quella si congiungono a produrre i tanto strepitosi effetti. Ma proseguiamo colle notizie fornitéci dall' Ab. Spallanzani di altre scaturigini d'aria infiammabile.

Al disotto della mentovata casa al Sud-ovest, in distanza d'un trar di pietra dal vulcanetto, ve n'è un altro, non osservato nè descritto, per quanto egli sappia, da altri, che gitta bensì fuori, e che ha gittato per l'addietro pochissima fanghiglia, ma che, quasi senza interruzione, manda gorgogli e bolle. Quest'aria da lui in più bocce raccolta, trovossi parimenti infiammabile; accostata poi una candela accesa ai gorgogli, siccome questi, dic'egli, sono quasi continui, così l'aria infiammabile che si accende forma una fontana continua di fiamma, lunga più pollici, che rimossa la candela, con giocondo spettacolo seguita a farsi vedere per molti minuti. È stato osservato, che quando infuria il primo vulcanetto infuria anche questo; ed è più che probabile che abbiano fra loro qualche segreta comunicazione.

A pochi passi da questo secondo vulcanetto, si trova nel fondo d'un rio un gorgogliare di acqua quasi continuo. Qui non evvi fanghiglia eruttantesi, nè eruttata, ma semplice acqua in poca copia, che scaturisce di sotterra, e con l'acqua esce aria quasi continua in forma di gorgogli; e questi gorgogli sono in cinque luoghi distinti. Quest'aria

altresì con le solite prove sperimentata, si trovò infiammabile, quantunque ardesse più difficilmente che quella dei due vulcanetti.

Non ha lasciato l'Ab. Spallanzani di esaminare terra o fanghiglia, che è uscita, e che esce tuttavia dai due vulcanetti, e l'ha trovata margacea, siccome ghelo hanno dimostrato gli acidi minerali.

Conchiude finalmente le notizie comunicatemi colla seguente. Saranno circa dodici anni, che nell'estive nostre vacanze si portò alla visita d'un altro vulcanetto, denominato Salsa di Querzuola, osservato altresì, e descritto dal Vallisneri, il qual vulcanetto è distante otto miglia circa da Reggio. Questo, dice egli, in tutte le sue circostanze non puole esser più simile all' altro di Montegibbio. Solamente quì la fanghiglia, che gitta, patisce estremamente d'olio di sasso. Il qual olio io dirò, che, o si trova accidentalmente in quel luogo, giacchè in altri terreni ardenti non s' incontra, oppure che da esso vien prodotta eziandio dell' aria infiammabile, come se ne produce dalla decomposizione degli altri combustibili: intorno a che rimando alle riflessioni che ho fatto già parlando dell' aria infiammabile di Velleja. Soggiunge che non sperimentò l' aria che uscia da gorgogli che interrottamente facea, ma l'identità de' medesimi con quelli di Montegibbio, lo rende più che persuaso, che questo pure sia tutto un giuoco d' aria infiammabile.

LETTERA

AL SIGNOR

DOTTORE ATTILIO ZUCCAGNI

RESPONSIVA AD ALTRA DI ESSO

SOPRA UN' IGNIVOMO

Pubblicata nel Tomo VI. del Giornale Pisano
pag. 87.

Ricevetti giorni sono a Milano, dove son venuto a passare gli ultimi giorni di Carnevale, la graziosissima di lei Lettera manoscritta, che accompagna l'altra stampata a me pure diretta, la quale mi fa troppo onore in tutti i modi, e principalmente nel ricercare il mio parere intorno al fenomeno fisicomedico di cui tratta. Per corrispondere a sì gentili maniere più che alla sua aspettazione, le dirò brevemente le idee, che mi si sono presentate alla lettura del suo opuscolo in ogni parte sensato e giudiziosissimo.

Letta appena la semplice e chiara narrazione del fenomeno accaduto, mi corse tosto al pensiero, che la fiamma sortita dalla bocca coll'eruttazione, altro esser non potea, che un *gas idrogeno*, non già puro, ma anzi dei più impuri, e di tale specie, che ad una temperatura anche poco calda, s'infiammi al solo contatto del *gas ossigeno*, o dell'aria atmosferica. Or di questa specie appunto è il *gas idrogeno fosforato*: e come il fosforo è fornito particolar-

chiesamo lei ed io nella spiegazione del fenomeno di cui si tratta. Ambedue diam bando qui all' elettricità spontanea animale, che si è cercato troppo da molti Fisici e buoni e cattivi di tirare in campo, dovunque vi è comparsa estemporanea di scintilla o luce, talchè non vi è quasi fiamma o fuoco che lampeggi in aria o sulla terra, non vi è scuotimento ec. che non si predichi per fenomeno elettrico. Noi vogliamo essere meno visionarj, e tanto pei fuochi fatui, e fiammelle lambenti, quanto massime nel caso presente, trattandosi che coi rutti ha luogo vera esplosione di aria, con tal aria che giudichiamo infiammabile, spieghiamo il tutto. Una piccola differenza è tra noi riguardo alla spece particolare di codesto gas idrogeno, giacchè conveniamo pel genere, ed anche riguardo a questa specie, io ritengo quella da lei adottata, cioè il *gas idrogeno solforato*, e l'*idrogeno* pure *carbonato* (che debbono trovarsi misti tanto negl' intestini, che nel ventricolo, non solo tra loro, ma anche con più o meno di *gas acido carbonico*), e solo vi aggiungo pel caso accaduto al Franchini, e per altri analoghi, una porzione di *gas idrogeno fosforato*, ch' Ella pure ha ammesso per alcuni.

Avendo io comunicato qui in Milano a diversi miei amici studiosi delle cose fisiche il di lei opuscolo, fra gli altri ad un già mio Scuolare, il Dott. Baronio, questi mi ha proposto di volerle mandare alcune sue cose stampate sul soggetto dell' elettricità, in cui trovasi appunto qualche articolo su queste accensioni spontanee di gas infiammabili, attribuite

troppo comunemente a naturale elettricità. Speriamo che Ella sia per aggradirle. Intanto protestandole la più distinta stima ed ossequio, mi dò l'onore di dichiararmi

Di VS. Illma

Milano li 16 Febbrajo 1807.

OSSERVAZIONI

SUL

FOSFORO D'ORINA

Queste Osservazioni sono state estratte dal Tomo I.° degli *Opuscoli Scelti* di Milano 1778, pag. 65.

Ho fatto in questi giorni alcune esperienze col fosforo d'orina esposto a diverse specie d'aria; e ne ho avuto varj effetti curiosi, e molti ancora inaspettati: ecco quai sono. Strofinato ben bene il fosforo sopra una listerella di carta, la caccio prontamente in un caraffino ripieno d'aria infiammabile, e comune insieme, che poi chindo con un turacciolo. Se la temperatura non è estremamente fredda, tosto sorge dal pezzo di carta intraso una emanazione copiosa di vapori nebulosi, ossia fumi bianchi, che ingombrano la capacità del caraffino: la carta compare luminosa (facendo l'osservazione in luogo men chiaro), e vi risplendono segnatamente alcuni tratti, o solchi più carichi di fosforo. Tal luce non meno che lo sfumar de' vapori cresce, e s'avanza a segno che dopo pochi minuti la carta s'accende realmente, e con ciò mette fuoco all'aria infiammabile, e le fa fare la sua esplosione. Ecco dunque una nuova foggia di pistola ad aria inf. assai piacevole perciò che l'esplosione nasce in certo modo spontanea. L'espe-

rienza mi riesce e più bella e più sicura se tengo impugnata la boccetta in mano anzichè posarla: i fumi, la luce, l'infiammazione succedono più presto: se poi la pongo innanzi al fuoco, o se la tuffo nell'acqua calda (basta che lo sia di 30 gr. del term. di Reaumur, e anche meno), tutto fassi quasi in un'istante. Per ottenere l'effetto colla maggiore facilità possibile a tre cose convien fare attenzione. I.° Il carico di fosforo; anzi è d'uopo che lo sia abbondantemente. II.° La carta bianca da scrivere è men buona assai della scritta, o di quella di un vecchio libro, o della grossolana senza colla ec. III.° Siccome venendo a umettarsi di molto la carta difficilmente poi prenderebbe fuoco, così potria far difetto il metter acqua nel caraffino per introdurvi quindi l'aria inf.: è perciò assai più spediente l'introdurvi questa alla mia maniera col mezzo dei grani di miglio o simili.

Ben si vede, che il calore dell'ambiente ajuta moltissimo l'accensione del fosforo. Questo va a tal segno, che se voi tenete un pò lungamente tra le mani il pezzo di carta impregnato di fosforo, se poi soffregate colle dita, o attorcigliate la cartuccia medesima, se vi alitate sopra a bocca aperta, vi si accenderà in mano. All'incontro se lasciate fuori di mano la cartolina medesima spiegata, e in una temperatura che non sia molto calda, non farà più che gettar fumi, e luce debole. Ma come va poi che cacciata la carta nella boccetta, trovandosi pur nella stessa temperatura, non venendo riscaldata nè dalla mano, nè da al-

tro, giunga di per se ad infiammarsi? Quale ne può esser la ragione? Non altra, io credo, fuor che l'addensamento dei vapori nebulosi entro la boccetta, i quali ajutino l'accensione della carta rinchiusavi, sia riscaldandola, sia promovendo in qualche altra maniera gli stessi vapori, le effumazioni flogistiche, e luminose. Infatti anche all'aria aperta, quella carta, che dispiegata riluccerebbe soltanto, rotolata o attorcigliata, cosicchè possa ritenere in qualche maniera accumulati i vapori fumosi che ne sorgono, ed impedire che tosto vengano portati via, senz'altro ajuto che questo, vi prenderà fuoco. Non per altra ragione il fosforo strofinato su d'una carta s'accende di leggieri senza, o con poco calore estraneo; laddove un pezzetto intiero del fosforo medesimo ricerca per concepir fiamma un calore assai sensibile. Dal picciol volume di questo non sorte a un tempo tanta quantità di fumi, quanta ne sgorga dall'ampia superficie di un pezzo di carta: e di qui s'intende anche ciò che ho sopra fatto avvertire, che cotesto pezzo di carta per accendersi facilmente non vuol essere molto picciolo.

Quando il fosforo steso sulla carta prende fuoco entro alla boccetta, la carta non resta moltissimo danneggiata: il fosforo mette una fiammetta, che scorre lambendo dietro alcune strisce, ove cioè la carta si trova più carica del fosforo medesimo; ma nè tutti i tratti pria segnati da questo ricevon la fiamma, nè la carta in quei tratti medesimi percorsi dalla fiammella del fosforo viene abbruciata

più che tanto; ma sol superficialmente o poco addentro. All'incontro quando s'accende il fosforo all'aria aperta, i tratti più segnati della carta abbrugiano profondamente, e se è grande, e copiosamente sporca di fosforo, essa medesima s'infiamma. Questo infiammarsi di tutta la carta succede eziandio entro alla boccetta, quando in luogo d'aria comuna vi si trovi aria deflogisticata.

Che la vera accensione del fosforo nell'aria deflogisticata riesca più viva ed impetuosa, è cosa affatto consentanea alla teoria. Ma io mi sarei aspettato dipiù, cioè che i fumi sgorgassero molto più copiosi, e la luce spiccasse assai più brillante al primo immerger la carta in siffatta aria; poichè io considero queste apparenze come una accensione incominciata: e di vero chi non volesse convenire esser quelle effumazioni e splendori i primi gradi di una vera combustione, potrebbe mai negare, che siano almeno un incamminamento ella medesima? Ma chi? Contro l'aspettazione non ho potuto vedere che nè la luce nè i fumi compajano più copiosi in sul principio, almen di molto; solo mi è sembrato che un pò più tosto si avanzino all'accensione forte, toccato questo punto allora si l'influsso dell'aria deflogist. è tanto grande quanto dalla sua bontà si può attendere. Quale dunque può esser la ragione per cui da principio o nulla o ben poco si fa sentire cotal influsso dell'aria defl. altronde sempre propizio, non che a tutto quello che sente di accensione, ma ad ogni qualunque processo flogistico? Se fa maraviglia che il

primo risplendere, e sfumare del fosforo venga di nulla o poco attivato dall'aria defl., maggiore è ancora lo stupore di vederlo sgorgar fumi, e rilucere presso a poco egualmente nelle arie flogisticate. Non ho provato ancora se lo stesso succeda in aria affatto saturata colla calcinazione, e col solfo, e limatura di ferro. Ma bene nell'aria infiammabile pura ho veduto con sorpresa che scarica così abbondantemente i suoi vapori nebulosi, e risplende niente men vivo, che nell'aria comune; anzi coll'istessa facilità vi prende fiamma, e scorre lambendo, e abbrustolendo la carta: l'aria inf. però, in cui è immerso, trovandosi sola, non fa esplosione, nè s'accende in maniera alcuna.

Adesso non più ci aspetteremmo, che vi fossero altre specie d'aria, in cui il fosforo rifiutasse d'accendersi: eppure ve n'ha: posto nell'aria nitrosa ci ci nega interamente e fumi e luce. Lo stesso fa pur anche nell'aria comune saturata coll'aria nitr. È egli il flogisto di quest'aria, che tien indietro le emanazioni del fosforo? Ma perchè poi le riceve l'aria inf.? È egli l'acido nitroso? Io lo credo piuttosto; e in questa opinione mi conferma la prova fatta di saturare d'aria nitrosa l'aria comune impregnata prima dall'emanazioni del fosforo; mentre dopo l'arrossamento vedeva caderne in copia vapori nebulosi, che dovetti stimare esser quegli appunto del fosforo attaccatisi già all'aria comune e in essa disciolti, quindi precipitati dai vapori del nitro, il quale deve avere maggiore affinità che quelli coll'aria comune medesima. Allora anche intende-

rei, come possa risplendere e abbruciare il fosforo nell' aria flogisticata, e nell' infiammabile: i vapori nebulosi che sortono sono un acido, sopra cui si può in qualche maniera scaricare il flogisto e farsi una vera infiammazione, come sopra i vapori dello spirito fumante di nitro può scaricarsi il flogisto, e farsi luogo all' accensione dell' aria infiammabile in un sol colpo, giusta il trovato da Priesley (Vol. III). Insomma come ei dice, che i vapori dello spirito di nitro pon far le veci rispetto all' infiammazione dell' aria comune, così io dirò che possano pure farne le veci, in qualche maniera almano, i vapori dell' acido fosforico.

MEMORIA

SULLA UNIFORME

DILATAZIONE DELL'ARIA

Per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua: e di ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell'aria.

Questa Memoria è stata tratta dal Tom. IV. degli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli, pag. 227.

§. 1. Sono ormai presso a due secoli, che il *Termometro d' Aria*, chiamato dal nome del suo inventore *Drebelliano* (a) ha messo sotto gli occhi nel più bel modo la dilatazione, che produce nell'aria il calore, e mostrato ai Fisici un facile mezzo, come pare, di misurarla. È ben naturale, che si rivolgesse tosto la loro attenzione a quest' oggetto, e che si moltiplicassero le sperienze per iscoprirne e determinarne le leggi. L' aria si dilata ella uniformemente pel calore, cioè procede con passo equabile, ricevendo eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore? Oppure ha una marcia disuguale, e più o meno a salti? E qual è la quantità di cui cresce per ogni giunta data di calore? Ecco le qui-

(a) Altri fanno onore di una tale invenzione ad Avicenna, a Santorio, al famoso Fra Paolo Sarpi, al gran Galileo, a Borelli, a Malpighi. Ma è più comune e costante l' opinione che l'attribuisce a Cornelio Drebbel Olandese, nativo di Alkmar, il quale al principio del decimo settimo secolo trovato avendo il suo Termometro d' Aria, il rese pubblico; e fu quella l' epoca in cui cominciossi a coltivare la Termometria.

stioni, che dovettero fin da principio presentarsi, e a cui indirizzate si sono, allora e dopo, le ricerche di molti. Or chi non si maraviglierà, che essendosi da quell'epoca i più grandi Fisici applicati a queste investigazioni, a determinare cioè di quanto appunto si dilati l'aria per ogni addizione di calore, vi abbia ancora una grande discordanza ne' resultati loro, in tempo che si è pure perfezionata cotanto la *Termometria?*

§. 2. Si è trovato, che la dilatazione del mercurio è sensibilmente proporzionale al calore, che in lui s'accresce; almeno dal termine della congelazione dell'acqua, fino a quello dell'ebollizione della medesima: cioè, che esso mercurio acquista, dentro questi limiti, aumenti di volume prossimamente eguali, per eguali addizioni di calore. Ciò ha dimostrato prima di tutti con dirette prove e moltiplici, fatte col mescere a diverse dosi acqua calda e fredda (giusta il suggerimento del Sig. Sage di Ginevra) il cel. De-Luc (a); ed hanno in seguito confermato molti altri, tra i quali il D.r Crawford, che con accuratissime sperienze dello stesso genere, ed altre di genere diverso, e con termometri di mercurio

(a) Vagg. Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère Par I. A. De-Luc à Geneve 1772. Part. II. Ch. II. Du Thermomètre. = Preuve directe, que le mercure est de tous les liquides, employés jusqu'à présent au Thermomètre, celui qui mesure le plus exactement les différences de la chaleur par les différences de son volume §. 422. dalla pag. 285. alla pag. 308.

della massima delicatezza, ha portato la cosa a maggior precisione ancora (*a*).

§. 3. Ma tale corrispondenza delle dilatazioni e condensazioni del mercurio, cogli aumenti e decrementi del calore, è ella poi esattissima? Non già: anzi dalle sperienze del cit. De-Luc appare, che anche questo liquido si scosti alquanto da quell' uniforme andamento, che si vorrebbe, e siegua nel condensarsi per eguali perdite di calore, una marcia qualche poco decrescente. Ecco la tavola di comparazione, che egli medesimo ce ne dà, in cui 𝔷 è posto per la quantità di calore richiesta a fondere il ghiaccio

(*a*) Experiments and Observations on Animal Heat and the Inflammation of combustible Bodies et etc. By A Crawford The second Edition with very large Additions. London 1788.

	CALORI REALI	Punti corrispondenti del Termometro di Mercurio	Condensaz. del Mer. per dim. dei cal. eguali tra loro partendo dall'acqua boll.
Cal. dell'acqua boll.	z + 80	..... 80, 0	
	z + 75	..... 74, 7	.. 5, 3
	z + 70	..... 69, 4	.. 5, 3
	z + 65	..... 64, 2	.. 5, 2
	z + 60	..... 59, 0	.. 5, 2
	z + 55	..... 53, 8	.. 5, 2
	z + 50	..... 48, 7	.. 5, 1
	z + 45	..... 43, 6	.. 5, 1
	z + 40	..... 38, 6	.. 5, 0
	z + 35	..... 33, 6	.. 5, 0
	z + 30	..... 28, 7	.. 4, 9
	z + 25	..... 23, 8	.. 4, 9
	z + 20	..... 18, 9	.. 4, 9
	z + 15	..... 14, 1	.. 4, 8
	z + 10	..... 9, 3	.. 4, 8
	z + 5	..... 4, 6	.. 4. 7
Cal. del ghiac. fon.	z + 0	..... 0, 0	.. 4, 6
			80, 0

§. 4. In questa Tavola si vede, come le dilatazioni e condensazioni del mercurio non corrispondono esattamente alle quantità reali di calore accresciuto o diminuito; come le condensazioni tengono una marcia decrescente relativamente a delle perdite di calore eguali fra loro: ma che però le differenze sono piccole. Or che dirassi, se anche queste picciole differenze svaniscono o almeno divengono picciolissime e affatto trascurabili? Se ove il maggior deviamento nelle sperienze di De-Luc va a circa un grado e mezzo verso la metà della scala, cioè intorno ai 40 gr., in molte di Crawford non arriva neppure a mezzo grado? Tali sono i resultati di queste nuove sperienze, fatte (come dicemmo) colle più scrupolose attenzioni, tanto collo stesso metodo delle miscele d'acqua calda e fredda, quanto con un altro metodo ed apparato da esso Crawford ingegnosamente immaginato: dalle quali sperienze conchiude, che il mercurio si dilata pel calore molto più uniformemente, di quello che il medesimo De-Luc avea rinvenuto; e che per conseguenza il Termometro mercuriale ci dà una misura prossimamente accurata del calore (a).

§. 5. Questa equabile dilatazione, corrispondente agli aumenti di calore, se non con tutta esattezza, con quella maggiore che aspettare da noi si possa, questa, dico, uniforme dilatazione, che riscontrasi

(a) Vegg. l'op. cit. *Exper. and Observ.* ec. dalla pag. 18. alla p. 51.

nel mercurio, non si osserva già in altri liquidi, cioè nell'acqua, negli olj, negli spiriti, i quali tutti si dilatano pei primi gradi di calore meno, indi sempre più, in una proporzione molto crescente pei gradi ulteriori. Così inversamente tengono una marcia assai decrescente le loro condensazioni, comparativamente a delle perdite di calore che sono eguali. L'acqua singolarmente si dilata poco o nulla pei primi gradi di calore, e in contraccambio moltissimo pei gradi superiori: tal che un Termometro d'acqua, per una metà di quel calore che dalla temperatura del ghiaccio, ossia dal zero del Termometro Reaum., lo fa andare a 80 gradi, termine dell'ebollizione, ben lungi di arrivare a 40, come ci arriva puntualmente il Termometro mercuriale (non contando quel piccolissimo errore di una frazione di grado (§. pr.)), resta in dietro tra 20 e 21. Che più? Ritiene essa acqua lo stesso volume appena fusa, ossia al zero R. e ad 8 gr. sopra tal punto. Diminuisce è vero un poco raffreddandosi dagli 8 gr. fino ai 4, cioè di ½ grado: ma questo picciolo volume perso torna poi ad acquistarlo raffreddandosi di più fin verso il zero (a), ancorchè non passi essa acqua ancora alla congelazione, arrivando la quale si dilata assai più.

Lo spirito di vino non si scosta tanto nelle

---

(1) Mairan Dissertation sur la glace. De-Luc Op. cit. §. 412 *b*, 418 *m*, 419 *e*.

sue dilatazioni e condensazioni dall' andamento del calore, e meno ancora gli olj; ma però sono considerabili le deviazioni eziandio in questi: e in generale non v' ha liquido, le cui mutazioni di volume siano così corrispondenti alle quantità reali di calore, come lo sono quelle del mercurio: giusta le prove fatte sopra dieci fluidi diversi dal più volte lodato Sig. De-Luc (*a*), e quelle sopra 44 fluidi dal Sig. Achard (*b*). Adunque niuno dei Termometri di spirito di vino, di olio, e peggio di acqua, misura con gradi equidistanti eguali quantità di calore: ciò che fa unicamente il Termometro di mercurio, con una esattezza, di cui possiamo essere contenti, come già si è mostrato (§. 2 e 4), ed è in oggi riconosciuto generalmente dai Fisici.

§. 6. Or che diremo del Termometro di Aria? Cosa si è fatto e trovato fin qui, in poco meno di ducento anni, riguardo alla dilatazione equabile di essa aria, proporzionale cioè, o non proporzionale alle quantità reali di calore? Che se ne sà in oggi? Nient' altro quasi, se non che non convengono su di ciò i Fisici più grandi, e sperimentati: come non convengono neppure di quanto si dilati essa aria, data la temperatura e. g. di

(*a*) Op. cit. §. 426.

(*b*) Nouveaux mémoires de l'Acad. de Berlin. Année 1784 Expériences faites dans la vue de decouvrir le rapport dans lequel différents fluides se dilatent par des degrés de chaleur différents et connus par M. Achard.

10, 15, 20 gradi Reaum., per 1 grado di calore, per 5, per 10, che acquisti dipiù. Nè già è picciola la differenza ne' risultati, che ci danno delle loro sperienze; giacchè chi la fa dilatare meno di $\frac{1}{500}$ per grado, chi più assai.

§. 7. Non è molto da attendersi l'asserzione di alcuni Fisici, i quali dietro ad esperienze troppo in vero grossolane, e niente accurate, portano da 2 a 3 la dilatazione dell'aria riscaldata dalla temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente (a): il che verrebbe ad essere $\frac{1}{40}$ per ogni grado del Tormometro Reaum. ripartendo egualmente un tal aumento negli 80 gradi. Da altri però più comunemente è stata supposta, come riferisce il Cav. Schuckburgh (b), minore d'assai, cioè di $\frac{1}{4\frac{1}{50}}$ per ogni grado del Termometro di Fahrenheit; che viene ad un $\frac{1}{178}$ circa per grado della *Scala Reaumuriana*.

Il Sig. Amontons, con quel suo ingegnosissimo Termometro d'aria, il quale, invece delle effettive dilatazioni o condensazioni, indicava equivalentemente i relativi aumenti o decrementi della di lei elasticità, avea trovato, che passando dalla temperatura dell'acqua bollente a quella del ghiaccio di-

(a) Trovasi questa proporzione adottata in molti corsi di Fisica; Musschenbroek Introd. ad Phil. Nat. Sigaud. de La Fond Elem. de Phys. Brisson ec.

(b) Phil. Trans. Vol. LXVII. Part. II, pag. 564 in una nota.

minuiva la forza elastica dell' aria, indicata dal peso di mercurio ch' essa potea sostenere, da 73 a 51 $\frac{1}{2}$ circa (*a*); e però che il rapporto della forza espansiva dell' aria alla temperatura del ghiaccio, e a quella dell' acqua bollente, era come 100 a quasi 142. Facendo pertanto il ragguaglio al Termometro Reaum. le dilatazioni dell' aria arriverebbero appena per ogni grado ad $\frac{1}{190}$ del volume ch' ella ha alla temperatura del ghiaccio.

§. 8. Il Sig. De-Luc persuaso essere della massima importanza il conoscere esattamente la marcia delle dilatazioni dell' aria, pel calore, credè difficilissimo il poterla determinare con esperienze dirette, sempre chè si trattasse di confinarne un volume qual si fosse entro a vasi, come nel Termometro Drebelliano, in quello d' Amontons, o in somiglianti altri apparati (*b*). Si rivolse pertanto a dedurla dalle sue sperienze barometriche, dirette a misurare le elevazioni de' luoghi; quindi cercando a correggere le differenze, che produce l' aria più o mano rarefatta dal calore nelle misure di dette elevazioni indicate dall' altezza del barometro, trovò *che intorno alla temperatura fissa* (che da lui si prendeva a gr. 16 $\frac{3}{4}$), *la correzione per un grado del Termometro era all' altezza del luogo*, come 1 a 215. Di tanto dunque conchiude De-Luc che si dilati l' aria, cioè di $\frac{1}{215}$ per ogni grado di calore

(*a*) *Mém. de l'Acad. des Scienc.* A. 1702.
(*b*) Op. cit §. 420. C.

del termometro diviso in 80 dal punto della congelazione dell' acqua a quello dell'ebollizione (a).

§. 9. Questa dilatazione dell' aria fissata così dal Sig. De-Luc, in $\frac{1}{215}$ per grado, è stata in appresso adottata da varj Fisici, tra i quali da' Sigg. Lavoisier e De La-Place, che ce la danno per regola di ridurre al giusto i volumi dell' aria, e dei gas, nelle sperienze pneumato-chimiche. Per altro il Sig. Trembley in una memoria stampata in fine al secondo Tomo dei *Viaggi nell' Alpi* del Signor di Saussure (b), la quale contiene l' analisi della maggior parte delle sperienze fatte, come quelle di De-Luc, per la determinazione delle altezze col mezzo del Barometro, trova cotal dilatazione dell' aria, supposta da De-Luc di $\frac{1}{215}$ per grado, troppo piccola; e ricava dai risultati medj delle osservazioni del Cav. Schuckburg e del Colonnello Roy dover essere di $\frac{1}{192}$ (c).

§. 10. Ritornando alle sperienze dirette circa l' aria confinata nei vasi (sopra le quali farò vedere in appresso che si può contare più che non si crede), il sullodato Co. Roy da varie sue sperienze con una specie di Termometro d' aria, che è anche Manometro, e ch' egli infatti così chiama, deduce

(a) Op. cit. §. 607.

(b) Voyages dans les Alpes etc. par Horace Benedict De Saussure, Tome second. Geneve 1786.

(c) Analyse de quelques expériences, faites pour la détermination des hauteurs par les moyens du Baromètre par Jean Trembley.

per adequato una dilatazione dell' aria poco diversa dall'anzidetta, cioè di 2, 28140 millesime del volume ch' essa ha a zero del Termometro di Fahrenheit, per ogni grado del medesimo Termometro: il che viene a $\frac{1}{298}$ circa per grado del Termometro di Reaumur: *per adequato*, dico; giacchè nelle addotte sperienze compare stranamente irregolare tal dilatazione, ora cioè molto più grande, ora molto più piccola di così $\frac{1}{111}$ ad $\frac{1}{222}$ per grado R., mostrandosi massima tra i 52 e i 62 gradi Fahr. cioè tra i 9 e i 13 circa Reaum., e decrescente tanto sopra quanto sotto, e la minore di tutte distante una decina, ed una ventina di gradi dal punto dell' ebollizione (*a*). Simili sperienze, con simili *manometri*, fatte dal Cav. Schuckburg, estese però soltanto dai 32 agli 83 Fahr., cioè da 0 a 23 circa Reaum., gli hanno data la dilatazione dell' aria di [illegible] per grado Fahr., che viene ad $\frac{1}{183}$ per grado Reaum (*b*).

§. 11. Il Sig. di Saussure non solamente giudica troppo grande di molto la dilatazione dell' aria da-

---

(*a*) Philosophical Transactions, Vol. LXVII, Part. II. 1777. Experiments and Observations made in Britain inorder to obtain a Rule for Measuring Heigths with the Barometer. By Colonel William Roy, F. R. S. Section II Experiments on the Expansions of Air in the Manometer pag. 689.

(*b*) Phil. Trans. Val. cit. = Observations made in Savoy, in oder to ascertain the height of Mountains by means of the Barometer et etc. By Sir George Schuchburg Bart. F. R. S. pag. 563. seg.

taci per adequato dal Col. Roy, e molto più quella maggiore verso il calor temperato, calcolata $\frac{1}{171}$ circa per grado, sospettando che la picciolezza de' vasi, di cui si è servito l' autore abbia potuto modificare l' effetto in ragione dell' influenza della loro superficie; massime se qualche umido aderente ha fornito per azione del calore de' vapori elastici, ed accresciuta con essi la dilatazione termometrica dell' aria; non solo, dissi, Saussure giudica eccessiva la proporzione dell' espandimento dell' aria voluta dal Col Roy, ma ha per esorbitante anche quella soprariferita del De-Luc di $\frac{1}{215}$ (§. 8); e pretende di ricavare da certe sue sperienze sull' aumento di elasticità dell' aria in un pallone di più di quattro piedi cubici di capacità che un grado di variazione nel Term. di R. faccia variare il volume dell' aria o se ciò non ha luogo, la sua elasticità di 4, 2438 millesime ossia di $\frac{1}{235}$ (*a*),

§. 12. Fuori di Saussure io non trovo nissuno, che attribuisca all' aria una così picciola dilatazione; e neppure chi la voglia minore di quella assegnatale da De-Luc. All' incontro son molti, come si è già veduto, ed oltre i sopra nominati altri pure vi sono, che la stabiliscono, chi di poco chi di molto, maggiore. Così i Sigg. Vandermonde, Bertholiet, e Monge la portano a $\frac{1}{1842,83}$ per grado Reaum. (*b*).

(*a*) Essais sur l'Hygrometrie a Neuchâtel 1783. Ved §. 113 pag. 108. in una nota.

(*b*) Mem. sur le Fer etc. lu à l'Acad. Roy. des Scienc. en Mai 1787. pag. 36.

§. 13. Il cel. Lambert Accademico di Berlino nella sua *Pirometria*, dalla temperatura del ghiaccio finn a quella dell' acqua bollente, fa crescere il volume dell' aria da 1000 a 1375: il che viene a $\frac{1}{214,66}$ per grado Reaum.

Nominerò per ultimo uno de' più diligenti Scrittori intorno ai Barometri e Termometri, il Sig. Gio. Federico Luz, il quale instituite avendo molte sperienze con un Termometro d'aria simile a quello dei sopracitati Roy e Schuckburgh (consistente in un tubo sottile di vetro, lungo circa 15 pollici, che termina in una sfera; nel qual tubo si era introdotta una colonnetta di mercurio lunga un pollice circa, il resto del tubo e la sfera contenendo l'aria da sottoporsi alle sperienze), trovò che codest' aria privata d' ogni umido per mezzo dei sali, cresceva per gli 80 gr. R. finn all' ebollizione, da un volume come 1000 a 1377,5 (*a*) che fa $\frac{1}{212}$ circa per grado.

§. 14. Questi ultimi due autori, come si vede, differiscono pochissimo dalla proporzione dataci dal Sig. De-Luc di $\frac{1}{216}$ per grado; e pochissimo differiscono pure i resultati delle mie sperienze, che sono per riferire più abbasso.

Gli altri sopracitati all' incontro differiscono molto nell' assegnare la quantità della dilatazione dell' aria, e da questi, e tra loro; e tutti ce la danno

(a) Vollstaendige, und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bischer be annten, als auch neuen Barometern etc. 1774. pag. 424.

assai maggiore che De-Luc: eccetto Saussure, che, come già facemmo osservare, la fa considerabilmente minore, cioè di $\frac{1}{235}$ per ogni grado di calore. Presentando qui sotto gli occhi tutti i riferiti risultati, ecco quali sono gli aumenti di volume che si pretende da diversi autori che acquisti l'aria per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano, diviso cioè in 80 dal punto della congelazione al punto dell'ebollizione dell'acqua: eccoli disposti in serie cominciando dal più piccolo al più grande.

$\frac{1}{235}$	Saussure	tra i 6 e i 22 gr. Reaum.
$\frac{1}{222}$	Roy	tra i gr. 192 e 212 Fahr.
$\frac{1}{215}$	De-Luc	dentro i limiti delle variazioni nella temperatura atmosferica
$\frac{1}{214}$, $\frac{1}{66}$	Lambert	
$\frac{1}{212}$	Luz	per adequato tra il limite del ghiaccio, e il calore dell'acqua bollente
$\frac{1}{195}$	Roy	per adequato dal 0, Farh. a 212
$\frac{1}{192}$	Trembley	nei limiti delle variazioni atmosferiche
$\frac{1}{190}$	Amountons	

$\frac{1}{184}$ Vandermonde, Berthollet e Monge

$\frac{1}{183}$ Schuckburgh } dai gradi 32 ai 83 Fahr.

$\frac{1}{178}$ Molti riportandosi a sperienze altrui, e sì non molto accurate

$\frac{1}{172}$ Roy } tra i gradi 52 e 62 Fahr.

$\frac{1}{160}$ Molti altri } riportandosi pure a sperienze assai grossolane

§. 15. Facendo ora il confronto, qual differenza non si scorge dal primo, e dal secondo anche, agli ultimi quattro; e massime all'ultimo! Per grandi però che siano ed esagerate di molto queste proporzioni di $\frac{1}{160}$, di $\frac{1}{171}$ ec. trovo ancora chi ha supposta o dedotta da qualche sua sperienza la dilatazione dell'aria molto maggiore, come Erxleben, che la porta ad $\frac{1}{112}$ (a), e Priestley ad $\frac{1}{83}$ circa (b). Ma questi si scostano tanto da tutti gli altri risul-

(a) Anfangsgrunde der Naturlehre ec. Funfte ausflage. Mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg Gottingen 1791. §. 471. p. 394.

(b) Experiments and observations on various Kinds of air ec. Part. V. Sect. 32.

tati, e vanno sì lungi dal vero, e dal verisimile, che non ho creduto di metterli con quelli in linea, e quasi neppur voleа accennarli.

§. 16. Vedremo in seguito, che si allontanano dal vero anche tutte le altre proporzioni, che sono maggiori di $\frac{1}{210}$; e che la giusta stà tra $\frac{1}{210}$ e $\frac{1}{220}$, approssimandosi molto a $\frac{1}{215}$, come ha determinato il Sig. De-Luc.

§. 17. Convien ora passare alla questione, che principalmente ci siam proposta, cioè se la dilatazione dell'aria sia uniforme per tutti i gradi di calore, in guisa che ad eguali addizioni o perdite di calore indicate dal termometro di mercurio, che ne dà la misura sufficientemente esatta (§. 4), corrispondano sempre eguali aumenti o decrementi nel volume dell'aria: se per e. quanto acquista di volume crescendo il calore da o R. a 10 gr. altrettanto ne acquisti da 10 a 20, da 20 a 30, da 30 a 40, da 50 a 60 ec.: oppure le dilatazioni e condensazioni dell'aria osservino una marcia crescente o decrescente relativamente a delle quantità di calore eguali fra loro; o siano tali dilatazioni in qualsisia modo irregolari.

§. 18. In ciò non sono meno diverse le opinioni, e i risultati delle sperienze dei migliori Fisici: come già si è potuto vedere da ciò che accennato abbiamo. Alcuni di questi con ragionamenti speculativi, più che con prove dirette, sebbene alcune se ne adducano pur anche, cercano di persuadere, che uniforme proceda la dilatazione dell'aria pel calore. Credo poter nominare per il primo il Sig.

Amontons: giacchè sopra di tal supposizione appar fondata la costruzione del suo Termometro d'aria (*a*), ossia correzione di quello di Drebhel. Egli però non si spiega così chiaramente, come un certo Sig. Anac (*b*) del quale mi piace di riportare qui il seguente passo » l'elasticità dell'aria, è un » effetto del calore: finchè l'aria mantiene qual- » che elasticità, ella è affetta da qualche calore » . . . . Ora il Sig. Amontons ha preso per termine » della scala del suo ammirabile e prezioso Ter- » mometro il punto, in cui *ogni elasticità man- » cherebbe alla massa d'aria*, ch' egli ha chiusa » nel bulbo di questo suo istromento . . . . Par- » tendo conseguentemente da questo termine zero » di elasticità; egli conta 52 gr., o incirca, *tanto » di elasticità che di calore*, sino al punto della » congelazione dell'acqua; e 73 fino al punto del- » l'ebollizione ec. ». Eguale è il ragionamento del Sig. Lambert riportato da Luz (*c*) ne' seguenti termini.

» Il Termometro d'aria di Amontons è stato » nuovamente innalzato a grande stima dal Sig. » Lambert nella sua *Pirometria* . . . . . Le ragio- » ni, per cui egli preferisce il Termometro d'aria

(*a*) Mém. de l'Ac. des Scien. 1702.

(*b*) Lettre aux Auteurs du Journal des Sçavants ec. Juillet, Août, et Septembre 1760.

(*c*) Op. cit. Anhang die Thermometer betreffend §. 292.

» a tutti gli altri si è: perchè esso *dinota i gra-*
» *di del calor reale*.
» Il Sig. Lambert dice dunque così. L'elasti-
» cità dell'aria è poro e semplice effetto del ca-
» lore. Cessando ogni calore l'aria condensereb-
» besi tanto, che tutte le sue parti si toccherebe-
» bero, e diverrebbe verosimilmente un corpo so-
» lido. All'incontro fin tanto che l'aria mantiene
» ancora il minimo grado di calore ella trovasi
» dilatata, e non viene a toccarsi in tutte le sue
» parti. Conseguentemente tutto il calore se ne è
» andato quando l'aria ha tutte le sue parti ser-
» rate addosso in pieno contatto.
» Il Sig. Lambert va più avanti, e dice. Se quel-
» lo spazio, che l'aria viene ad occupare dal punto
» della sua totale condensazione fino alla tempera-
» tura del ghiaccio fondente lo dividiamo in 1000
» parti, troveremo che il suo volume acquista ri-
» scaldandosi fino al termine dell'acqua bollente
» ancora 370 di tali parti. Ora si supponga, che
» l'aria ridotta per la privazione di calore alla to-
» tale sua condensazione ritenga $\frac{1}{100}$ del volume,
» di cui gode alla temperatura del ghiaccio che si
» fonde. Si faccia, dice egli, tal supposizione;
» giacchè poi l'errore non è grande si ponga lo
» spazio che occupa l'aria nel caso del suo totale
» condensamento eguale ad 1 intiero, ad $\frac{1}{2}$, o ad
» $\frac{1}{4}$ di grado. Finalmente assume il Sig. Lambert:
» che l'aria si condensi sempre di egual quantità
» per eguali diminuzioni di calore reale. Da tut-
» tociò ricava egli la conchiusione: che il Termo-

„ metro d'aria parla un linguaggio intelligibile: „ ch'esso *indica gradi del calor assoluto*, e „ *reale*.

§. 19. Non mi tratterrò qui ad esaminare se questo ragionamento di Lambert, perfettamente conforme a quello del Sig. Anac, e ai principj di Amontons, possa sostenersi in tutte le sue parti, singolarmente per quel che riguarda il *zero assoluto* di calore, e a quali obbiezioni vada soggetto: ciò mi porterebbe ad una troppo lunga digressione; e altronde non è questo il mio scopo; ma soltanto, mettendo in vista i più celebri autori, che vogliono che l'aria si dilati pel calore uniformemente in vera progressione aritmetica, di mostrare, che Lambert è uno de' più grandi sostenitori di questo sentimento.

Da questo non si discosta il Sig. De-Luc il qual pure presume, che le *dilatazioni dell'aria* debbano essere (almeno entro i limiti delle varie temperature cui va soggetta l'atmosfera, e delle possibili sperienze) *le più proporzionali agli aumenti del calore* (a): e vuol dire, se non proporzionali a tutto rigore, prossimamente, e più ancora che quelle del mercurio. Ciò, dico, presume De-Luc con delle buone ragioni; sebbene non abbia la cosa per certa, e sperimentalmente dimostrata, diffidando delle prove fatte in piccolo sopra l'aria

(a) Op. cit. II. Partie Chap. II. considerations sur les solides et sur l'air relativement au Thermomètre.

confinata in vasi ec.; onde lascia luogo a qualche dubbio (*a*). Perciò riportasi più volentieri ad altre sue osservazioni combinate del barometro col termometro nella misura delle altezze de' siti; le quali osservazioni favoriscono la preconcepita idea della uniforme dilatazione dell'aria. » Era molto » utile (dic' egli (*b*)) di conoscere la *marcia* del- » l'*aria* per il *calore*: e a quest' oggetto ho fatto » un gran numero di sperienze per cercare il suo » rapporto con quella del mercurio (IV Parte, » cap. III). Risulta da queste sperienze, che le marcie di questi due fluidi si scostano poco dall'essere proporzionali: ma io non ho potuto scoprire, nè se esse lo siano assolutamente, e neppure se le condensazioni dell'*aria* seguano una marcia *crescente* o *decrescente* comparativamente a quella del *mercurio*.

§. 20. Ai tre sopraccitati autori, che stanno decisamente per l'esatta dilatazione dell'aria corrispondente ai gradi di calore, ed a De-Luc, che la suppone tale, o quasi tale, possiamo aggiagnere il Cav. Schuckburgh; il quale da alcune sue diligenti sperienze, e dirette osservazioni, ricava, che almeno dai gr. 32 Fahr., ossia limite del ghiaccio, fino alli 83, cioè per l'estensione di 22 in 23 gradi Reaum. cominciando da zero, siano affatto proporzionali le dilatazioni dell'aria agli aumenti

(*a*) L. c. §. 420 e 421. V.
(*b*) §. 421. 11.

del calore. » E stato sospettato (così si esprime (a))
» in conseguenza di alcune sperienze fatte da un
» ingegnosissimo Membro di questa Società, che
» l'aria non si espanda uniformemente col mercu-
» rio; ossia che i gradi di calore, che mostra un
» termometro di mercurio, vengano espressi in un
» manometro, o termometro d'aria da spazj ine-
» guali in una certa ragione geometrica. Io non
» nego questa proposizione; ma neppure assentire
» vi posso, se devo prestar fede alle mie proprie
» sperienze, le quali certamente dimostrano, che
» questa ragione, se non è vera aritmetica, è così
» prossimamente tale, da non poter cagionare sen-
» sibile errore nella misura delle altezze col baro-
» metro ».

§. 21. Vengano ora quelli, che addacono sperienze in prova del contrario, e pretendono dimostrare che lungi dall'essere le dilatazioni e condensazioni dell'aria uniformi; cioè proporzionali ai veri incrementi e decrementi del calore, siano più o meno ineguali per eguali quantità del medesimo, e sieguano una marcia in un modo o nell'altro irregolare, e quasi capricciosa. Il primo, che si affaccia è il già più d'una volta citato Col. Roy; le cui sperienze fatte con quel suo Termometro d'aria, o manometro, si mostrano le dilatazioni dell'aria procedere affatto irregolarmente, con una marcia prima crescente, poi decrescente,

(a) Phil. Trans. Vol. e Mem. cit. pag. 565.

comparativamente a delle quantità di calore fra loro eguali, cioè crescenti, e sì con passo piuttosto rapido, dal zero di Fahr. fino a' 62 gr. circa; e decrescente pian piano da lì innanzi fino ai gradi 212, ossia termine dell' acqua bollente: come accennato abbiamo di sopra; e più distintamente apparirà dalla tavola da esso autore esposta nella cit. Memoria inserita nelle Transazioni filosofiche (a), e che qui stimiamo opportuno di riportare

(a) Vol. LXXVII per l'anno 1777. Part. II. Pag. 704.

SPAZI TERMOMETRICI	SPAZI MANOMETRICI	Espansioni totali per gradi sopra o in parti 1000	Differenza di espansioni in parti 1000	Rata per ciascun gr. in parti 1000
212	212	484,210		
			40,199	2,00995
192	194,4	444,011		
			41,559	2,07795
172	176,2	402,452		
			42,949	2,14745
152	157,4	359,503		
			44,310	2,21550
132	138	315,193		
			45,680	2,28400
112	118	269,513		
			47,507	2,37535
92	97,2	222,006		
			24,211	2,42110
82	86,6	197,795		
			25,124	2,51240
72	75,6	172,671		
			25,581	2,55810
62	64,4	147,090		
			26,037	2,60370
52	53	121,053		
			25,124	2,51240
42	42	95,929		
			24,211	2,42110
32	31,4	71,718		
			23,297	2,32970
22	21,2	48,421		
			22,383	2,23830
12	11,4	26,038		
			26,038	2,16983
0				

Da questa tavola scorgesi, come la massima dilatazione dell'aria è tra i 52 e 62 gradi Fahr. (circa ai 9 e 13 Reaum.); che viene ad essere gradatamente minore sì sopra che sotto; e che la minima è tra i 192, e 212 Fahr. (tra i 70, e 80 Reaum.).

§. 22. Una *marcia* simile in parte a questa, cioè *crescente* dal zero Reaum. fin verso i 20 gradi, ma più di tutto tra i 10 e i 16 per un'aria seccHissima; e per una discretamente secca fin verso i 30 gradi; ma poi presso a poco *uniforme* progredendo ai 60, tranne alcune picciole irregolarità, indi *decrescente* fino agli 70 gr.; una tal marcia molto più irregolare ci offrono le sperienze del Sig. Luz, fatte con metodo ed apparato non molto diversi da quelli di Schuckburgh, e di Roy, siccome notato abbiamo di sopra; i resultati delle quali sperienze son compresi in quest' altra picciola tavola (a).

(a) Luz. Op. cit. pag. 424.

Termometro Reaumuriano	Con aria diseccata da sali		Con aria asciutta atmosferica	
	Volume ossia grado della medesima	Differenza	Volume ossia gredi della medesima	Differenza
80	1377, 5	45, 5	1383, 5	39, 5
70	1332	46	1344	45
60	1286	48	1299	47
50	1238	48	1252	47
40	1190	47, 2	1205	47
30	1142, 8	46, 3	1158	55, 5
20	1096, 5		1102, 5	
16 $\frac{3}{4}$	1081, 2	49, 5	1085	53, 5
10	1047	47	1049	49
0	1000		1000	

§. 23. Or questa marcia crescente dai più bassi gradi fino ad un calore moderato, poi decrescente ne' gradi di calor forte, a misura che si và vicino alla temperatura dell' acqua bollente, è cosa ben singolare, e difficilmente pare che si possa credere. Pur tale la vogliono i citati Roy e Luz, e la deducono senza alcun dubbio da quelle loro sperienze coi descritti termometri d' aria, o manometri, per l'aria secca.

§. 24. Le prove all' incontro sopra l'aria satura di vapori han presentato a quest' ultimo (a) una marcia molto crescente nelle dilatazioni di tal aria comparativamente a gradi di calore fra loro eguali: molto dico, crescente, comechè irregolarmente; e ciò dal zero Reaum. fino a 40 gr., ma da 40 innanzi decrescente. Cioè il volume dell' aria, che a zero era eguale a 1000 acquistò 48 da 0 a 10 gradi: 73 da 10 a 20 gr., 84 da 20 a 30: 105, 5 da 30 gr. a 40: e quì poi cominciò a cambiarsi la marcia, e a farsi decrescente; giacchè da 40 a 50 gr. l' aumento di volume in quell' aria non fu più che di 82.

Simili prove fatte dal Col. Roy sopra dell' aria umida a rihocco, ebbero un' altro successo; cioè gli mostrarono, che tal aria seguiva nel dilatarsi una marcia molto crescente non solo dal termine del ghiaccio fino ai 30 e 40 gr. Reaum.; ma assai più avanti ancora, e per tutta la scala dal zero Fahr. fino al calore dell' ebollizione, e sì crescente in una

(a) Luz, Op. e l. cit.

proporzione sempre maggiore, come si rileva da altra sua tavola (a) che è intitolata: *risultati di sperienze sull' espansione dell' aria artificialmente umettata, mediante l' ammissione di vapori, e talvolta di acqua, nel bulbo del manometro.*

§. 25. Non vi è dunque molto accordo tra i resultati delle esperienze di Roy e quelli delle sperienze di Luz, intorno alle dilatazioni dell' aria umida: e la principal ragione di codesta discrepanza sta verosimilmente nella maggior quantità di umido, che il primo introdusse nella sua aria; come avrò occasione di spiegare in altro luogo. Checchè ne sia, lasciamo per ora da parte tali sperienze soggette troppo ad anomalie, e di quelle altre torniam pure a parlare degli stessi due autori, sopra l' aria secca, i cui risultati se non sono pienamente conformi, non discordano neppur molto tra loro.

§. 26. Se tali risultati fossero veramente costanti, e non andassero simili sperienze soggette ad eccezione, si dovrebbe dunque decidere, che anche l' aria secchissima si dilati pel calore difformemente, seguendo una marcia, ora crescente, ora decrescente, e avrebber torto Amontons e Lambert cogli altri che supposero, ed anche credettero di stabilire coll' esperienza, le dilatazioni dell' aria affatto regolari ed uniformi, procedenti cioè in semplice progressione aritmetica. Ma io mostrerò in seguito, che questi piuttosto la indovinarono; e che all' in-

(a) Philos. Trans. Vol. e Mem. cit. pag. 705.

contro Roy e Luz, e chiunque crede aver trovato, che le dilatazioni e condensazioni dell'aria sieguano una marcia con eguale ed uniforme, ma crescente o decrescente corrispondentemente a delle quantità di calore eguali fra loro, vanno sicuramente errati; e svilupperò pur anche le ragioni e circostanze, che han potuto indurli in tali errori.

§. 27. Meno male però, che le deviazioni da tal marcia uniforme, che i due autori ultimamente citati credono avere scoperte, quantunque considerabili, non sono poi molto grandi, come dalle riportate tavole (§. 19 e 21) si vede. Ma che dobbiam credere e pensare delle nuove sperienze dei Sigg. Duvernois e Gujton, conosciuto già sotto il nome di Morveau; dalle quali risultano deviazioni ed irregolarità grandissime e incomprensibili? Certamente che per qualche accidente, per l'apparato troppo composto, di cui si sono serviti, per questa o quella circostanza, che ora non mi fo ad esaminare, vi si sono introdotti degli errori, ed errori troppo considerabili.

Cotale apparato e le sperienze con esso vengono ampiamente descritte nell'eccellente articolo *Aria* della nuova *Enciclopedia metodica* (*a*); del quale articolo, siccome degli altri tutti di quel volume è autore uno di quei medesimi, che di esse sperienze si occuparono, cioè il Sig. Morveau. Il Sig. Duver-

(*a*) *Enciclop. Method. Chimic. Pharm. et Metallurg.* tab. I. II. Padove 1790. Vegg. ancora *Annales de Chimie*

nois però è quegli, che prese sopra di se la più gran parte di travaglio in questa lunghissima serie di laboriose sperienze sulla dilatazione non solo dell'aria comune, ma di diversi gas, ossia arie fatizie. Or dunque queste sperienze, che lo hanno occupato (dice Morveau) vicino a due mesi » l'hanno condotto molto più lungi che non avevamo immaginato dapprima; poichè gli hanno fatto scoprire » nella dilatazione dei fluidi aeriformi un accrescimento progressivo notabilissimo, che io non so » che sia stato fino ad ora sospettato, o almeno » stabilito coi fatti ».

§. 28. Il Sig. Morveau avea pur veduto nella memoria del Col. Roy, da lui poco prima citata, e nelle tavole del medesimo (*a*) gli esempj di una simile marcia crescente nelle dilatazioni dell' aria, per tacere d' altri esempj che ne somministrano parimenti le sperienze di Luz (*b*). Ma è così picciolo presso questo cotal crescimento progressivo, in confronto di quello che ci offrono le sperienze di Duvernois, che ha forse creduto Morveau di neppur farne caso e di poter attribuire tutta a se e al compagno la pretesa scoperta: molto più, che un' altra solenne differenza passa tra le sperienze degl' uni e degli altri. In quelle cioè di Roy e Luz, oltre essere di poco rilievo il progressivo aumento nelle dilatazioni dell' aria, questo anche si osserva soltanto

(*a*) *Phil. Trans.* p. 700. e seg. tab. I. II. III.
(*b*) Loc. cit.

dal zero Fahr. fino verso i 15 o 20 gr. Reaum.; e dopo i 20, 30, 40 sieguono le dilatazioni una marcia piuttosto decrescente (come sopra si è detto); laddove nelle sperienze di Duvernois, è grandissimo tale aumento, e continua sempre collo stesso tenore, fino almeno alla temperatura dell' acqua bollente; anzi diviene la marcia delle dilatazioni crescente in più alta proporzione. Eccola quale ci viene presentata in una tavola, che comprende i resultati delle sperienze non solo sopra l'aria comune, ma ben anche sopra varj gas.

TAVOLA

Delle espansioni dell' Aria, e de' Gas per il calore, osservate di 20 in 20 gradi, della congelazione fino all' ebollizione dell' acqua, e delle quantità totali di dilatazione fra questi due limiti.

Si dilata	da 0 a 20 gr.	da 20 a 40	da 40 a 60	da 60 a 80	da 0 a 80 gr.
L' aria comune	$\frac{1}{12,67}$	$\frac{1}{5,61}$	$\frac{1}{2,49}$	$\frac{1}{3,57}$	$\frac{1}{1,067}$
L' aria vitale	$\frac{1}{22,12}$	$\frac{1}{4,92}$	$\frac{1}{1,53}$	$3+\frac{1}{1,73}$	$4+\frac{1}{2,09}$
Il gas azoto	$\frac{1}{29,41}$	$\frac{1}{5,41}$	$\frac{1}{1,82}$	$5+\frac{1}{5,72}$	$5+\frac{1}{1,065}$
Il gas idrogeno	$\frac{1}{11,91}$	$\frac{1}{6,91}$	$\frac{1}{6,85}$	$\frac{1}{58,82}$	$\frac{1}{2,55}$
Il gas nitroso	$\frac{1}{15,33}$	$\frac{1}{9,00}$	$\frac{1}{5,739}$	$\frac{1}{6,28}$	$\frac{1}{1,65}$
Il gas acido carbonico	$\frac{1}{9,049}$	$\frac{1}{5,099}$	$\frac{1}{2,31}$	$\frac{1}{3,69}$	$1+\frac{1}{106,3}$
Il gas ammoniaco	$\frac{1}{3,58}$	$\frac{1}{1,75}$	$3+\frac{1}{1,35}$	$3+\frac{1}{4,69}$	$5+\frac{1}{1,248}$

§. 29. Stando a questi risultati, la dilatazione di ogni specie di aria, eccetto le ultime due, è ben piccola per i primi 20 gradi sopra la congelazione, per parlare solamente di quella dell' aria comune, non giunge essa per tutti cotesti 20 gradi a 8 — 100me del volume primitivo, o ad $\frac{1}{254}$ per grado. Ma dai 20 ai 40 gradi quanto è più grande! Essa và a 17 in 18 — 100me, che fa poco meno di $\frac{1}{112}$ per grado. E quanto più grande ancora dai 40 ai 60 gradi; pe' quali s' aggiungono all' aria ben 40 — 100me del volume originario; ossia $\frac{1}{50}$ circa per grado! Finalmente dai 60 agli 80 gradi l' aumento appare di 28 100me solamente, cioè minore dai 40 gradi ai 60, ma ciò attribuisce il Sig. Morveau ad una porzione d' aria stata per avventura assorbita dal mercurio, per un principio di calcinazione del medesimo a quell' alta temperatura; ed è persuaso, che senza un tal consumo sarebbe comparso il volume dell' aria ampliato molto dipiù: insomma che le dilatazioni dell' aria sieguano una marcia sempre crescente, ed in una molto alta proporzione, per eguali gradi di calore, quanto più è elevata la temperatura.

§. 30. Una cotal marcia nelle dilatazioni dell' aria, per cui acquisti cinque volte più aumento il suo volume dai 40 ai 60 gradi Reaum. che da 0 a 20, è oltremodo sorprendente; e confesso, che non ho potuto vederla quale il Sig. Morveau ce la presenta: molto meno le marce ancora più strane, irregolari dell' *aria vitale*, e del *gas azoto*. Sospettai dunque addirittura di qualche errore; e che

cagione essere ne potesse in parte l'apparato, di cui si servì il Sig. Duvernois; e più di tutto l'umido che per avventura non fu escluso come conveniva dai vasi, e potè accrescere or di molto, or di moltissimo ne' gradi di temperatura elevata, l'apparente espansione dell'aria: conforme alle sperienze appostatamente fatte sovra l'aria umida ed umidissima dai Sigg. Roy e Luz, che accennate pur abbiamo (§. 22, 24).

§. 31. Se in ciò ho avuto ragione, o no, vedrassi dalle mie sperienze meno operose, ma ben più decisive, che sono per riferire; e dipiù vedrassi come ciascuno degli altri valenti Fisici sopraccitati, che ci hanno presentate diverse dilatazioni dell'aria pel calore (vegg. §. 15), può aver ragione: cioè come i risultati delle loro sperienze, per quanto disparati appajano, possono trovarsi tutti giusti, e conciliarsi benissimo, attesi i differenti gradi di temperatura, entro i quali si contennessero le rispettive sperienze, ed altre circostanze che le accompagnarono.

§. 32. Intanto fermandoci a considerare semplicemente la gran differenza ne' risultati di tanti autori celebri, e nell'arte di sperimentare sagacissimi, non possiamo non concepirne gran maraviglia. E da che mai potrebbe credersi, se accennato già non l'avessimo, che provengano tali, e tanto grandi discrepanze? Forse che sia più difficile il notare, e ridurre a giusta misura la dilatazione dell'aria pel calore, che quella del mercurio, e degli altri fluidi? Ciò non pare: anzi essendo che

l'aria si dilata assai più degli altri fluidi, dovrebbe pure riuscire più facile di assegnare la dilatazione sua, che corrisponde a ciascun grado di calore. Sarà dunque, che le sperienze riescano incostanti, fallaci, o siano soggette ad equivoco, per qualche aggiunto o circostanza estranea, che influisca più o meno sulla dilatazione che si osserva nell'aria, e ne turbi in tal guisa e mascheri il genuino risultato? Così appunto: vi ha qualche cosa, a cui non si è fatto abbastanza attenzione, che accresce talvolta a dismisura l'apparente dilatazione dell'aria; ed è l'umidità, come abbiamo poco sopra accennato; o a meglio dire sono quei vapori acquei, che vanno formandosi in ragione che cresce il calore: vapori elastici aeriformi anch'essi, finchè dal freddo non tornano a disfarsi, i quali aggiungono il loro volume a quello dell'aria, cui s'uniscono, e un volume considerabile; anzi talora sì grande, che và ad essere, quando eguale, quando due, tre volta maggiore, e più ancora di quello dell'aria stessa, secondo che il calore cresce, e arriva a 65, 70, 75 gr. Reaum., come mostrerò e farò toccar con mano.

§. 33. Ma che diremo di quelle prove, che si son fatte, introducendo, invece d'acqua, mercurio nel Termometro d'aria, o con altri apparati diversi (giacchè quasi ogni Fisico, che sia applicato a simili ricerche, ha il suo, che ha cura di descriverci, e che preferisce ad ogni altro), e dalle quali prove nulla di meno risulta ancora tanta differenza? Noi diremo, che per lo più, cioè dove e quando

la dilatazione dell'aria è parsa grande di $\frac{1}{220}$ per ogni grado Reaum. di calore, non si son poste le attenzioni, e cautele necessarie, per escludere qualche residuo d'acqua, se non altro quell'umido velo invisibile che stà ostinatamente attaccato alle pareti del vetro, e ad espellere il quale conviene riscaldare ben bene a vivo fuoco tutto il recipiente, o meglio empirlo di mercurio, o d'olio, e farveli bollir dentro.

§. 34. Così ho fatt'io, quando sorpreso non meno, che mal soddisfatto di tanta discrepanza nei risultati dalle prove altrui, e soprattutto colpito dagli stragrandi inconcepibili accrescimenti nelle dilatazioni dell'aria presentatici da Duvernois e Morveau (§. 28) ho voluto intraprendere ancor'io nuove sperienze sulla dilatazione dell'aria, per le quali stimai di non dipartirmi dal più semplice apparato, che è ancor quello del Termometro Drebelliano.

Mi son dunque servito di varj di questi termometri, tutti grandi anzichè nò, come A B C (Vegg. la tavola I. fig. 8.) avente il tubo C B lungo 15 in 16 pollici, del diametro di due in tre linee, ben calibrato (a), e gradnato. Questo termometro

(a) Essendo difficilissimo avere de'tubi esattamente calibrati di tal grossezza, convien farvi l'opportuna correzione; la qual cosa non è difficile, ma solo alquanto lunga e nojosa; com'è di segnare nel tubo gli spazj che occupano varie porzioni eguali di mercurio ec.

Drebelliano, contenente aria naturale in tutto il bulbo A, ed una picciola parte del tubo fino ad un punto segnato 100, e sotto tal punto, per tutto il resto del tubo graduato in tante 100me, ripieno or d'acqua or d'olio, or di mercurio, lo seppelliva io una campana di vetro D C piena d'acqua fin sopra detto bulbo, nella qual acqua pescava un altro delicato termometro di mercurio *a b* ad oggetto d'indicare la temperatura del bagno, e quindi pure quella dell'aria confinata nell'indicato spazio B A.

Sendo dunque la temperatura quella del ghiaccio, cioè il termometro Reaum. marcando zero (il che si può ottenere sempre in tal mio apparato, col metter a bagno alcuni pezzi di ghiaccio), e il volume dell'aria confinata nel bulbo del termometro Drebelliano, e libera di estendersi nel tubo B C essendo es. gr. eguale a 100 voglio dire arrivando al punto segnato con tal numero, mi faceva ad osservare quanto crescesse da tal volume a misura ch'io innalzava a riprese il calore del bagno, e quindi anche della detta aria confinata, mediante l'estrarre con un sifone dalla campana or poca, or molta quantità d'acqua fredda, e rimetterne, versandovela con una mestola, della calda: osservava, dico, attentamente gli aumenti del volume d'aria così confinata, per ciascun grado di calore, o almeno di due in due, da zero fino a 75 ed anche fino a 78, 80 e più (per ottenere i quali ultimi gradi versava nella campana acqua salata bollente, che si sa essere più calda di alcuni gradi

dell' acqua bollente semplice): Siccome poi osservava più attentamente ancora il ristringimento del volume di detta aria nella successiva gradata diminuzione di calore, fino alla temperatura dell'ambiente, quale raffreddamento riuscendo più regolare e lento, mi dava anche campo di segnare con maggior esattezza la diminuzione di volume portata da ogni grado. Però di questa esattezza mi teneva io sicuro, e contento della mia osservazione allora soltanto, che potea notare l'istesso volume dell'aria per gl'istessi gradi di calore, sì nell'avanzamento, che nel ritorno del calore, cioè trovare che allo stesso grado, p. e. 60 R., e quando vi saliva dal freddo e quando vi discendeva dal maggior caldo, fosse il volume dell'aria, sì l'una che l'altra volta, eguale a 127 in 128; e così pei degli altri gradi: il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare quasi sempre, se non con l'ultima precisione, con una sufficiente giustezza.

E qui dirò, che, per avere una scala più sensibile, mi sono servito soventi volte di bulbi più capaci, che contenevano cioè, quali 200, quali 300 contro 100 del tubo gradnato ec.

§. 35. Volendosi tutta l'esattezza nel misurare col nostro apparato l'accresciuta elasticità dell'aria, ossia l'aumento del suo volume per ciascun grado di calore, convien riflettere, che tal aumento non corrisponde pianamente a tal elasticità, ossia non riesce effettivamente tutto quello, che dovrebbe essere, a motivo della pressione, che s'accresce a quell'aria confinata, a misura che allungan-

dosi essa nel tubo, ed abbassandosi in conseguenza la colonna fluida, BC, il suo livello stà più sotto, e dista più da quello dell' acqua nella campana. Dovrebbesi dunque ad ogni osservazione alzare il Termometro Drebbelliano, ABC tanto che il fluido esterno ed interno fossero sempre a livello, oppur sempre superiore uno all'altro di egual tratto. Ma con ciò venendo tirato fuori dal bagno il bulbo A in un ambiente diverso, e a cambiarsi troppo presto la sua temperatura, ne nascerebbe maggior errore. È dunque assai meglio lasciarlo sempre sommerso tutto; con che anche si osserva più appuntino il limite tra l' aria confinata, e la colonna del liquido che stà sotto, sia quest'acqua, sia olio; e fare invece la debita correzione, secondo che importa la maggiore o minore pressione della colonna d'acqua più o men alta nella campana.

Questa correzione si riduce a doversi valutare di $\frac{1}{100}$ più grande il volume d'aria, di quello che effettivamente si osserva per ogni 3 $\frac{3}{4}$ pollici circa di acqua in detta campana sopra il livello dell' acqua nel tubo; giacchè 3 $\frac{3}{4}$ poll. sono una 100ma parte di quella colonna d'acqua che può fare equilibrio a 28 poll. circa di mercurio, e quindi alla pressione ordinaria dell' atmosfera. E siccome per tutto il tempo, che durano l'esperienze si tiene la campana presso a poco egualmente piena, e il livello nel tubo BC era da principio, cioè per la temperatura del ghiaccio, al punto segnato 100; così poi basterà contare da questo punto la depres-

sione dell' acqua nel detto tubo, per calcolare l' aumento di pressione, che soffre, in ragione di $\frac{1}{100}$, come si è detto, ogni $3\frac{3}{4}$ pollici.

Che se il tubo BC contenesse invece d' acqua olio, che è specificamente più leggiero, col deprimersi la sua colonna di $3\frac{3}{4}$ pollici non verrebbe già ad accrescersi la pressione all' aria confinata alla parte superiore di $\frac{1}{100}$ ma meno, in ragione appunto della minore gravità specifica di esso olio. Così c. g. se fosse olio di lino, la cui gravità specifica è di $\frac{1}{16}$ circa minore di quella dell' acqua, ci vorrebbero da 4 pollici invece di $\frac{3}{4}$ di depressione della colonna perchè venisse di $\frac{1}{102}$ premuta e condensata l' aria ec.

§. 36. Vengo ora alle sperienze, che ho fatte col descritto semplice apparato tenendo confinata l' aria nella parte superiore del Termometro Drebelliano ABC or con acqua, or con olio; e non comincio dalle prime coll' acqua, ma da quelle coll' olio, che servono assai meglio, si a stabilire la vera e propria dilatazione dell' aria sola, che a dar lume alle altre, in cui sopravvengono nuovi vapori acquei, od altro fluido elastico. Tralasciando però di descriverle minutamente, e di far parola de' piccioli accidenti, che turbar possono qualche poco l' espressione genuina anche di queste, in cui mi son servito d' olio, e necessitano qualche leggiera correzione, nè riferirò qui soltanto i principali, e più sicuri resultati, ridotti con queste correzioni, e segnatamente con quella sopra indicata riguardo alla colonna d' acqua pre-

mente più o men alta. Ecco dunque quali sono.

Se pieno il bulbo del Termometro Drebelliano con una porzione del tubo graduato di aria, il resto di codesto tubo lo sia di olio d'oliva, o di lino ben purgato, sicchè questo liquore non contenga nè aria, nè acqua, e se niente pure di acqua sia rimasta attaccata alle pareti del vetro (al fine vi fo bollir dentro previamente l'olio medesimo) allora per ogni grado di calore del Termometro Reaumuriano acquista l'aria confinata un aumento di circa $\frac{1}{216}$ del volume che ha alla temperatura zero: acquista, dico, un tal aumento di volume, egualmente a principio, cioè poco sopra la temperatura del ghiaccio, come avanzandosi verso il termine dell'acqua bollente: di maniera che, passando da 0 a 20 gradi, l'aria si estende da 100 di volume a 109 $\frac{1}{4}$ circa, riscaldata a 40 gradi viene il suo volume aggiungendovisi similmente altri 9 $\frac{1}{2}$, a 118 $\frac{3}{4}$; per 60 gradi a 127 $\frac{1}{4}$, e finalmente per 80 gradi giunge ad occupare un volume di 137 circa.

È dunque uniforme ed equabile prossimamente la dilatazione dell'aria pel calore, cioè proporzionale agli aumenti del medesimo per tutta l'estensione, che v'è tra la temperatura del ghiaccio, e quella dell'ebollizione dell'acqua: e abbiam fondamento di credere che lo sia ben anche per molti altri gradi sopra e sotto tali termini. Dico prossimamente, perchè non oserei ancora asserire, che tale rapporto si osservi colla più rigorosa precisione, ma con quella solamente, che permettono simili sperienze, e nel modo che le ho fatte io, po-

nendovi quella diligenza e accortezza, che mi è stata possibile.

§. 37. Per non mancare in alcun punto ho avuto cura di notare qual fosse il volume dell' aria, non sol di 20 in 20 gradi, o di 10 in 10; ma per ciascun grado di calore, o almeno di 2 in 2, e ciò tanto nel crescere di esso per l' affusione di acqua calda nella campana, quanto e con più di pazienza, nel retrogradare, cioè nel successivo spontaneo raffreddamento; il quale succedendo con più lentezza e regolarità mi dava campo, e di cogliere più opportuno il vero grado di calore, e di segnare con maggior esattezza la diminuzione del volume dell' aria occasionata da ogni grado di raffreddamento. Del resto io non era pienamente contento delle mie osservazioni, come ho già sopra accennato, se non quando potea notare l' istesso volume dell' aria per gli stessi gradi di calore, sì nell' avanzamento, che nel ritorno, cioè riscontrare, che allo stesso grado, es. gr. 40mo, sì quando vi saliva dal freddo, come quando vi discendeva da maggior caldo 119 avesse l'aria che a zero era 100 un volume eguale a 118 in 119 tanto l'una quanto l' altra volta, e similmente degli altri gradi, il qual accordo ho avuto la consolazione di trovare come già dissi quasi sempre se non coll'ultima precisione con una sufficiente giustezza.

§. 38. Intanto perciò, che riguarda l' equabilità (ed è questo il punto essenziale su cui mi piaca d' insistere, essendo su di ciò opposte le opinioni di que' Fisici, i quali come abbiam veduto, tangono

che l'aria si dilati non uniformemente, e massime di Morveau, il qual pretende avere scoperto che sieguano le sue dilatazioni una progressione molto crescente) perciò, dico che riguarda l'equabilità ed uniformità in coteste dilatazioni dell'aria posso con tutta sicurezza asserire che non vi ha alcun deviamento o almen tale, che sia sensibile per tutti gli 80 gr. del Term. Reaum. sopra indicati; in guisa che, se partendo da una temperatura bassa, cioè da 0, a 20, o da 10 a 30 è cresciuto il volume originario dell'aria per tali 20 gradi di maggior calore di 9 ½ 100^mi circa, di altre 9 ½ in vera e semplice progressione aritmetica è cresciuto parimenti per 20 gradi di calore, partendo da altre temperature più alte, come da 30 gradi a 50, da 50 a 70; e così pure da 15 a 35, da 40 a 60 ec., ed altrettanto poi si è diminuito ritornando da 60 a 40. In somma a 20 gradi di cambiamento della sua temperatura presi da qualunque punto han corrisposto sempre 9 ⅔ 100^mi circa: col qual *circa* voglio dire, che se ne ho potuto precisar sempre 9 ½ giusti, ho sempre però osservato un poco più di 9 e meno di 10.

§. 39. Tali furono costantemente i risultati della mia sperienza sulla dilatazione dell'aria, quando impiegai l'olio nel mio apparato a tenerla confinata. Ma ben diversi gli ottenni quando non da olio ma da acqua era occupato l'istesso tubo del Termometro Drebelliano. Allora l'aria confinata in cima trovandosi in contatto dell'acqua, veniva il suo volume a dilatarsi a dismisura, giunto che si fosse ad una temperatura alta, per poco che si accresce an-

cora il calore. In breve le sue dilatazioni procedevano nel seguente modo.

§. 40. Fino ai 10, 15, 20 gradi sopra il punto della congelazione, si dilatava quell' aria presso a poco dell'istessa quantità, come nelle altre esperienze sopra riferite, cioè di $\frac{1}{216}$, o poco più di $\frac{1}{210}$ di $\frac{1}{225}$ di $\frac{1}{230}$ per grado: cosicchè se il suo volume era 100 alla temperatura del ghiaccio, innalzato il calore a 20 gradi R., arrivava a 109 $\frac{1}{4}$, o 110 al più. Ma passando avanti, gli aumenti di volume per eguali addizioni di calore divenivan più grandi di detta proporzione con un eccesso via via maggiore, talchè per altri 20 gradi, cioè 40 sopra o si andava fino al volume 130, invece che avrebbe dovuto essere soltanto 118 $\frac{1}{2}$ per 60 in 61 gradi fino al volume 200 circa, invece di 127 $\frac{3}{4}$ per 71 in 72 gradi si giungeva al volume 400 per gradi 74 in 75, 76 al volume 500, 600 ec.

§. 41. Or dunque è evidente, che non è già l'aria, che cresca sì fattamente di volume; ma che vi si aggiunge quello de' vapori elastici dell'acqua prodotti mano mano dal calore; sebben disti ancora non poco tal calore dal termine dell' ebollizione. S' ella è così, come non può dubitarsene, la trasformazione dell'acqua in vapor elastico apparentemente aeriforme, non richiede dunque assolutamente tanto calore quanto è necessario all' ebollizione; ma ne basta un molto minore; e basta sì a produrne in copia assai grande: il che per avventura non si sarebbe creduto. Ecco infatti come richiedendosi pure 80 gradi R. per l' ebollizione dell' acqua (sot-

to la pressione ordinaria dell' atmosfera) sono sufficienti 60 o poco più per formare tanto vapor elastico, che viene a duplicare il volume di quell' aria che l' accoglie in seno, cioè a portare il di lui volume proprio cresciuto per tal calore da 100 a 129 $\frac{1}{2}$ fino a 200: ecco come 72 gradi di calore producono tale quantità di questo vapore acqueo aeriforme, che misto similmente all' aria ne quadruplica il volume; e 75 gradi tanto che giugne a quintuplicarlo ec. Con 76 in 77 gradi ho visto arrivare il volume dell' aria in contatto dell' acqua da 100 a 350, e fino 600 nel qual caso, essendochè l' aria sola, senza addizione di vapori si sarebbe dilatata soltanto fino a 135 circa come mostrano le antecedenti sperienze fatte coll' olio; è visibile, che di quel gran volume, $\frac{3}{4}$ e più son formati dal vapore agginnto all' aria.

Bella cosa poi è il vedere il ristringimento di tal volume per la gradata deperdizione del calore: cioè come per un grado solo, che và mancando dai 76 a 75 sale l' acqua sù pel tubo non meno di 40 100me del volume primitivo; indi più poco di mano in mano, però ancora di $\frac{10}{100}$ dai 65 ai 64 gr., di $\frac{4}{200}$ dai 60 ai 59; di $\frac{3}{100}$ da 57 ai 56 gradi; di $\frac{2}{100}$ dai 48, ai 47 gradi che è il doppio ancora, e più di quel cambiamento di volume, cui soggiace pel mutato calore di un grado l' aria sola la quale cioè nè riçeva nuovi vapori acquei, nè venga a deporne: come appunto ne và esente confidandola alla mia maniera nell' olio di lino bollito al recipiente medesimo ABC; giacchè questo li-

quore non dà vapuri elastici, almeno in quantità notabile, fino alla temperatura a cui l'ho portata, cioè di 78 gradi Reaum. circa.

§. 42. Così grande e prodigiosa riesce l'apparente dilatazione e condensazione dell'aria per pochi gradi di calore, che acquisti o perda, allorquando trovasi la medesima in pieno contatto coll'acqua, e di questa ve ne ha in tanta dose, che non possa mancare di fornir vapori, quanti il calor che s'induce può produrne: poichè altrimenti se poco è l'umido, s'egli è quel solo, che trovasi d'ordinario aderente alle pareti del vaso, e neppur tutto quello per essersi asciugato più o meno esso vaso con un discreto calore o in altra maniera, non riuscirà mai che si espanda il volume dell'aria a quel segno, come se abbiavi dell'acqua in massa, che è quanto dire una sorgente di vapore ampia indeficiente. In questo caso è, che cresce sempre in molta maggior proporzione il volume apparente dell'aria comparativamente agli aumenti del calore fino al termine dell'ebollizione sopravvenendo sempre nuova copia di vapori. All'opposto quando è assai scarsa l'acqua nel recipiente, avviene che passando questa a mano a mano allo stato vapuroso aeriforme pei primi 10, 20, 30 gradi di calore sopra il 0, faccia coll'aggiunta del proprio volume comparire più grande quello dell'aria, la quale sembrerà quindi che si dilati da principio un poco più di $\frac{1}{216}$ per ciascun grado che è la solita sua rata e progressivamente in maggior proporzione ancora; ma poi finalmente trovandosi

esausta quella piccola dose di acqua, cioè convertita tutta in tal vapore elastico, succede allora che le ulteriori dilatazioni dell' aria verso i 40, 50, 60 gradi ec. riprendano la loro marcia regolare in ragione di $\frac{1}{216}$ per grado come si è detto. Siccome però, prima di cessare affatto la produzione di nuovi vapori, và essa mancando poco a poco collo scemarsi sempre più dell' umido residuo, così non ad un tratto, ma gradatamente vengono le dilatazioni apparenti dell' aria dalla massima osservatasi p. e. verso la temperatura di 20 o di 30 gr., e che deve $\frac{1}{190}$ od $\frac{1}{180}$ per grado, alla minima di $\frac{1}{216}$, che poi procede uniforme per tutti gli ulteriori gradi come or or dicevamo.

§. 43. Ecco dunque come può l' aria simulare nelle sue dilatazioni pel calore una marcia *crescente* per una serie più o men lunga di gradi, cioè 20, 30, 40 sopra il 0, secondo la maggiore o minor dose di umido rimasto nel recipiente; poi *decrescente*, avanzandosi ai 50, 60, 70, 80 gr.: ecco ciò, che probabilmente ne ha imposto ai Signori Roy e Luz, i quali hanno tale marcia irregolare dedotta dalle loro sperienze coll' olio senza averlo fatto prima bollire nel Termometro Drebelliano ABC, per espellerne in un coll' aria che vi annida, anche quel poco d' acqua che d' ordinario sta nascosta e mista all' olio medesimo, e insieme ancora quell' altra porzione d' acqua che stà volentieri attaccata al vetro, e lo ricopre d' un velo comunque invisibile, come abbiamo già notato; quando, dico, ho fatte le stesse sperienze senza

queste preparazioni e cautele, ho avuto sempre un troppo grande aumento del volume d'aria in proporzione del calore. Talvolta osservai nelle dilatazioni una marcia continuamente crescente fin verso il punto dell'ebullizione, cioè quando si trovò abbondante l'umor acqueo, od umido rimasto nel mio recipiente. Quando all'incontro avea impiegata qualche cura per escluderlo, con riscaldare sì l'olio, che il detto recipiente, ma non abbastanza, mi comparvero ancora troppo grandi le dilatazioni, e tali che indicavano una marcia crescente per una serie più o men lunga di gradi, or fino ai 40, 50 or fino ai 60 ma non mai fino all'ebollizione. Finalmente quando era stato fortemente e per lungo tempo riscaldato il recipiente ABC, e l'olio fatto bollire, allora fu, e allora solamente che mi comparvero sempre eguali fra loro gli accrescimenti nel volume dell'aria per eguali addizioni di calore dai primi gradi sopra la temperatura del ghiaccio fino a quella dell'acqua bollente, cioè di $\frac{1}{216}$ circa per grado di quel volume che avea l'aria alla temperatura appunto del ghiaccio.

§. 44. È facile pertanto comprendere d'onde procede la differenza ne' risultati delle sperienze degli autori tutti citati nel decorso di questa memoria, e di altri intorno alla quantità della dilatazione dell'aria per ciascun grado di calore, e l'esser parso ad alcuni, come a Duernois e Morvean, che si dilati sempre dipiù per eguali au-

menti di calore quanto si trove già più calda e dilatata; ad altri, e principalmente a Roy, che una tal marcia crescente sia limitata ad una certa estensione di gradi solamente, e che indi facciasi retrograda ec.

Viene tale e tanta discrepanza da che altri han tenuta l'aria nelle loro prove in contatto dell'acqua, ed altri no; e molte volte han creduto d'escluderla, e non l'hanno esclusa del tutto, han lasciato cioè un qualche velo d'acqua invisibile aderente alle pareti interne del vaso, il quale poi coll'accrescersi del calore ha prodotto vapori elastici. Codesto velo umido aderente massimamente al vetro, esiste anche quando niente ne appare, anche quando crederemmo, che sia esso vetro benissimo asciutto, e nulla ce ne fa accorgere, se non la difficoltà, con cui s'elettrizza strofinandolo, e la poca sua abitudine ad isolare, finchè non sia stato con forte calore dissipato intieramente tal umido velo. Per liberarsi dunque da quest'umido aderente ed ostinato, bisogna far bollire entro il vaso stesso od olio (come ho fatto io), o mercurio, o almeno riscaldare fortemente esso vaso, seppure ciò basta. Usando tali precauzioni si troverà (ed è cosa degna di considerazione anche questa), che l'aria sibbene vaporosa, ma che non possa ricevere altronde nuovi vapori, e ritenga soltanto quei che aveva prima, si dilata pel calore uniformemente, e della quantità circa, che ho notato, cioè di $\frac{1}{216}$ per ogni grado della temperatura del ghiaccio fin verso il termine dell'ebollizione; onde appare, che il vapor acqueo

aeriforme anch' esso si dilata come l' aria uniformemente, cioè acquista sempre eguali aumenti di volume per eguali addizioni di calore.

§. 45. Finisco col far osservare, che ciò che ho trovato relativamente alla sproporzionata esorbitante espansione apparente dell' aria, per la giunta di nuovi vapori acquei, che le gonfiano il seno, è affatto coerente alla teoria dell' evaporazione del Sig. di Saussure nei suoi *Saggi di Igromemetria*, e a ciò particolarmente che viene mostrando circa il *vapor elastico puro*, e il *vapor elastico impuro*, ossia misto d' aria (a), nel tempo stesso, che non discorda neppure dalla teoria de' vapori, sotto certi riguardi assai diversa del Sig. De-Luc proposta già nelle sue *Ricerche sulle Modificazioni dell' Atmosfera*, e più ampiamente sviluppata e rischiarata *nelle nuove idee sulla Meteorologia* (b): le quali teorie principalmente mi hanno dato lume, e servito di guida nelle ricerche che ho qui semplicemente abbozzate, e che esporrò più ampiamente in una seconda Memoria, la quale conterrà oltre i dettagli, e i resultati delle moltiplici mie sperienze, non solo coll' apparato già descritto, ma con altri

---

(a) Ved. particolarmente il III *Essai. Théorie de l'Evaporation Chap.* 1. *des vapeurs elastiques et de leur dissolution dans l'air* e precedentemente la Tavola della quantità de' vapori acquei contenuti in un piede cubico d' aria a' differenti gradi dell' Igrometro, e del Termametra.

(b) *Idées sur la Méteorologie*. Paris 1787.

POSCRITTO
DI UNA LETTERA
DIRETTA
AL PROFESSORE VASSALLI

Io ho continuato ad occuparmi intorno ai vapori elastici, e sono stato condotto ad alcuni hei ritrovati consentanei molto alla teoria di De-Luc: p. e. che la quantità di vapore elastico è la stessa in uno spazio, sia esso vuoto d' aria, sia occupato da aria di qualsisia densità, dipendendo tal quantità unicamente dal grado di calore; onde cade affatto la teoria della dissoluzione dei vapori nell' aria: che la forza del vapore, ossia la pressione ch' esso equilibra, cresce in una progressione geometrica crescendo il calore in una semplice progressione aritmetica: che codesta progressione geometrica è tale, che crescendo il calore di 16 in 16 gradi, l'accrescimento nella pressione del vapore è 1, 2, 4 ec., cosicchè trovandosi questa eguale a quella di 13 pollici di mercurio per la temperatura di 64 gradi R. e divenendo = 28 poll. a gr. 80, cioè crescendo 15 p., cresce poi 30 p., e arriva a 58 alla temperatura di 96 gr.; e così proseguendo: che questa stessa progressione in ragion dupla di 16 in 16 gr. ha luogo, come pel vapor acqueo, così pure per ogni altro vapore elastico, cioè dello spirito di vino, dell'etere ec., la differenza stando solo nel grado di calore

COMPENDIO

D'UNA LETTERA

AL SIGNOR

L. BRUGNATELLI M. D.

Questo Compendio di Lettera è stato estratto dalla Biblioteca Fisica d'Europa del Sig. Brugnatelli, T. 4. pag. 133.

Como 20 Agosto 1788.

...... Non ho, come già le scrissi, novità letterarie in questo mio ritiro, e quasi totale interruzione di corrispondenze. Solamente il Signor Vao - Berchen Segretario della Società Fisica di Losanna, mi scrive la seguente: *Mr. de Saussure est de retour du Tacul, où il a passé 17 jours avec son fils: le Baromètre s'y est soutenu entre 17 et 18 pouces. Mais ce qu'il y a de singulier c'est que l'aiguille aimantée n'a jamais pu se fixer dans ces hautes regions: elle varioit à chaque instant .... Au reste vous aurez bientôt de plus grands détails sur ce voyage dans le Journal de Géneve, ou Mr. de Saussure va insérer quelques lettres ....* Il Giornale di cui si parla è un foglio ebdomadario, in cui s' inseriscono dopo le nuove del paese, i prezzi delle derrate ec. le osservazioni meteorologiche, quelle sull' Agricoltura, e le scoperte di qualunque genere. Riguardo all' osservazione dell' ago calamitato, combina questa con ciò

che ho sempre pensato ed insegnato, che il Magnetismo sia un fenomeno terrestre atmosferico, cioè che l'agente magnetico non sia un supposto nucleo nella terra, e neppure l'aggregato di tutti i corpi terrestri, ma la terra e l'atmosfera insieme. Infatti che quest' ultima v' influisca considerabilmente lo dinotano le altre osservazioni, segnatamente i cangiamenti che soffre l'ago e diurni e mensuali pel calor vario dell' atmosfera, comunque si tenga esso in luogo dove regna una temperatura costante; e quelli più insigni a cui va soggetto in occasione di alcune burrasche, e più alla comparsa delle Aurore Boreali. Pende dunque la direzione dell' ago, in un coll' intensità della forza magnetica, eziandio dall' atmosfera, non dalla terra sola, e si dagli strati superiori di quella. In questo modo intender si può perchè si sia trovato cotanto variabile l' ago a quella grande altezza, a cui per più giorni lo ha osservato il Sig. di Saussure.

La ragione del fenomeno della carne putrida colla polvere di carbone osservato dal Sig. Lowitz (a) credo sia questa. L' aria alcalina od alcali volatile si forma dalla combinazione dell' aria infiammabile coll' aria flogisticata ossia moffetta dell' atmosfera, o meglio forse aria putrida. Or questa, come si vede, viene somministrata dalla carne putrescen-

(a) V. la Lettera del Sig. C. S. M. inserita nel T. 4. della Biblioteca Fisica d' Europa del Sig. Prof. Brugnatelli.

te; e l'aria infiammabile dal carbone. Questi due gas avranno nel loro *stato nascente* una grande affinità fra di loro, che non si trova più nelle due arie già belle e formate allorchè si mescolano. Sebbene v' ha nelle sperienze di Priestley, qualche prova della formazione dell' alcali volatile nel seno dell' aria infiammabile già formata. Questa teoria sui componenti dell' alcali volatile è adottata come cosa di fatto nell' ultima operetta sul flogisto di Kirwan ec.

Fine del Tomo III

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTO

TERZO ED ULTIMO TOMO

			ERRORI	CORREZIONI
T. I. P. I.				
Pag	112	ver. 4	questo	questa
	137	12	del cornice	della cornice
	139	22	a un gran tavolo	ad una gran tavola
	177	14	attività	attività
	192	15	sicoramenre	sicuramente
	254	15	inalzo	in alto
T. I. P. II.				
Pag.	43	ver. 24	bel	del
	55	21	patto	piatto
	132	21	osu	suo
	227	21	rapparto	rapporti
	237	15	rapposti	rapporti
	249	2	nasconda	nasconde
	344	12	accadano	accadono
	345	9	manteogano	mantengono
	371	13	elettrità	elettricità
	398	12	ramandavano	rimandavano
	459	21	seco	secco.
T. II. P. I.				
Pag.	79	ver. 15	inconcepilmente	inconcepibilmente
	233	18. 19	sten-stendardi	stendardi
	262	4	eccicatrice	eccitatrice
T. II. P. II.				
Pag.	76	ver. 14	manifesa	manifesta
	100	19	humidité	humeur
	110	5	tieve	tiede
	114	18	cnr	car
	117	1	eire	cire
	118	16. 17	prinpe	principe
	129	20	pee	put
	ivi	27	grand	grand
	137	1	GG	SS



T. III.















